POPULARNY PODRĘCZNIK

CHEMJI ROLNICZEJ

PRACA UWIEŃCZONA NAGRODĄ
NA KONKURSIE CENTRALNEGO TOWARZYSTWA GOSPODARCZEGO W WIELK. KSIĘSTWIE POZNAŃSKIEM

NAPISAŁ
STANISŁAW MUKUŁOWSKI

DRUGIE WYDANIE
POWIĘKSZONE I PODŁUG OBECNEGO STANU WIEDZY NOWO OPRACOWANE PRZEZ AUTORA.



POZNAŃ 1920.
Nakładem Centralnego Tow. Gospodarczego w W. Ks. Poznańskiem
Czcionkami Drukarni Dziennika Poznańskiego — ulica Pocztowa 9

POPULARNY PODRĘCZNIK

CHEMJI ROLNICZEJ


Główna WSP w
Filia
w Bydgoszczy
Bibliote
nania

POPULARNY PODRĘCZNIK

CHEMJI ROLNICZEJ

PRACA UWIEŃCZONA NAGRODĄ
NA KONKURSIE CENTRALNEGO TOWARZYSTWA GOSPODARCZEGO W WIELK. KSIĘSTWIE POZNAŃSKIEM

NAPISAŁ
STANISŁAW MUKUŁOWSKI

DRUGIE WYDANIE
POWIĘKSZONE I PODŁUG OBECNEGO STANU WIEDZY NOWO OPRACOWANE PRZEZ
AUTORA.

POZNAŃ 1920.
Nakładem Centralnego Tow. Gospodarczego w W. Ks. Poznańskiem
Czcionkami Drukarni Dziennika Poznańskiego — ulica Pocztowa 9

Przedmowa do drugiego wydania.

W przeciągu więcej niż 20tu lat, które upłynęły od czasu wydrukowania pierwszego wydania „Podręcznika“ nauka i technika szybkie zrobiły postępy. Przybyło wiele nowego materjału i wytworzyły się nowe pojęcia, które i w zakresie wiedzy, objętej mianem „chemji rolniczej“, wywołały zmianę poglądów dawniejszych.

Pomijając dziedzinę chemji koloidalnej — gdyż w dziełku niniejszem, zawierającem zaledwie elementarne pojęcia chemiczne, uwzględniać jej niema możności ani potrzeby — wymienić należy rozwój bakterjologji, który sprawił, że liczne objawy uważane przedtem za skutek reakcyj chemicznych wyjaśnione zostały jako funkcje drobnoustrojów. Wielce doniosłe prace Kellnera i innych badaczy nadały odmienny kierunek nauce żywienia zwierząt. Pod względem nawożenia roli odkryto sposób przetwarzania azotu atmosferycznego na nawóz, a nieustanne badania nad działalnością nawozów wogóle dały możność lepszego ich zastosowania. Wreszcie i wojna światowa, która tak olbrzymich dokonała przewrotów, i na polu rolnictwa wyżłobiła ślad swój głęboki, lecz odpowiednie wyprowadzać stąd wnioski, byłoby przedwcześnie

i pozostać musi przyszłych lat zadaniem. W każdym razie doświadczenia wojny minionej wszechstronnie potwierdziły znaną lecz zamało przestrzeganą zasadę, że w gospodarstwie niema takich przepisów, które za ogólne recepty uchodzićby mogły i że wszelkie wskazówki, czy one dotyczą nawożenia gleby czy żywienia zwierząt, z największą rozwagą stosować należy, uwzględniając warunki miejsca i czasu.

Przy nowem opracowaniu „Chemji rolniczej", które podjąłem z polecenia Centralnego Towarzystwa Gospodarczego w Wielk. Księstwie Poznańskiem, starałem się nietylko uwzględnić postęp wiedzy rolniczej, lecz dążyłem także do pogłębienia treści, o ile się to dało osiągnąć bez naruszenia popularnego charakteru książki. Dlatego w wielu razach posługiwałem się przypiskami, aby znacznie rozszerzonego tekstu zbytnio nie obciążać. O uprawie roli rozwodzić się nie mogłem, lecz zależało mi na tem, aby wszędzie gdzie była sposobność ku temu, zwrócić uwagę na jej znaczenie, którego w czasach minionych — czasach wszechwładzy nawozów sztucznych — ogólnie nie doceniano. Wogóle zaś starałem się z rozważań naukowych wysnuwać wskazania praktyczne i na odwrót fakty z codziennego doświadczenia objaśniać naukowo, aby początkującego rolnika pobudzić do samodzielnego myślenia i zachęcić do własnych spostrzeżeń i dalszych studjów. Układ treści pozostał ten sam, tylko tytuły rozdziałów ustąpiły miejsca krótszym nagłówkom, a z tematów o nawozach i żywieniu zwierząt każdy podzielony został na dwa rozdziały. Nazwy wszystkich ciał i procesów chemicznych poddane zostały rewizji i zastosowano do nich ustaloną dziś nomenklaturę, (skutkiem czego n. p. pro-

cesy „gnicia“ i „butwienia“ otrzymały odwrotne nazwy w porównaniu z pierwszem wydaniem). Przez zamianę miar i wag na system metryczny oraz umieszczenie skorowidza na końcu książki przysłużyłem się, jak sądzę, niejednemu z czytelników.

Praca niniejsza, pisana w czasie wojny, ukończona była w jesieni 1918 r., lecz z powodu wydarzeń ówczesnych, które wstrząsnęły światem a nam przyniosły wolność, druk jej dopiero obecnie mógł się rozpocząć. Niech mi będzie wolno wyrazić nadzieję, że drugie wydanie „Podręcznika“ równie życzliwie będzie przyjęte, jak swego czasu pierwsze, i że choć w skromnej mierze wyjdzie na pożytek naszego rolnictwa i Ojczyzny naszej.

Czerniak, w lipcu 1919 r.

Autor.

WSTĘP.

Zadaniem rolnictwa jest zużytkowanie skarbów przyrody, spoczywających w glebie, zapomocą uprawy roślin i hodowli zwierząt. Aby cel ten osięgnąć — z pożytkiem dla kraju i z korzyścią dla siebie — jest rzeczą dla rolnika niezbędną, poznać prawa i zasady, na których opiera się życie roślinne i zwierzęce. Jedną z nauk najważniejszych, traktujących o tym przedmiocie, jest chemja rolnicza. Bada ona i objaśnia warunki życia roślinnego i zwierzęcego i uczy zastosowania ich do rolnictwa. Specjalnie zaś bada te warunki życiowe, które polegają na przemianach chemicznych, odbywających się w ciele roślinnem lub zwierzęcem. Chemja rolnicza jednakże nietylko przynosi nam korzyści praktyczne, lecz dla myślącego rolnika, który się z nią zapozna, staje się źródłem zadowolenia, jakie każda prawdziwa wiedza dać może. W ramach na pozór prostych czynności gospodarczych ujawnia nam ona cały świat zjawisk, świat pełen sił tajemniczych, zwany przyrodą, i daje pole do nigdy niewyczerpanych spostrzeżeń i dociekań.

W pierwotnem i ścisłem znaczeniu słowa chemja rolnicza stanowiła tylko gałęź chemji i nie była niczem innem, jak zastósowaniem tejże nauki do rolnictwa. Gdy jednakże badania chemiczne nie wystarczały, by wyjaśnić warunki życiowe roślin i zwierząt, chemja rolnicza rozszerzyła zakres swego badania i wzięła do pomocy także inne nauki przyrodnicze, mianowicie naukę o glebie czyli gleboznawstwo, fizjologją roślin i zwierząt*) oraz

*) Fizjologia „nauka o objawach życiowych" (n. p. o odżywianiu) roślin lub zwierząt.

bakterjologję. Tem samem chemja rolnicza wyszła po za granice ścisłej chemji i wyrobiła sobie samodzielne stanowisko w rzędzie innych nauk przyrodniczych. Niemniej przeto chemja, która jest najważniejszą z nauk przyrodniczych, zawsze jest i pozostanie podstawą chemji rolniczej.

Zaznaczywszy w ten sposób ważność chemji dla rolnictwa, zapoznać nam się wypada z najgłówniejszemi pojęciami chemicznemi.

Wiele prezdmiotów w naturze ulega takim przemianom, że tracą one pierwotne swoje właściwości, i pierwotna ich materja czyli substancja zupełnie przeistoczona zostaje. Wszelkie takie objawy, którym towarzyszy przemiana wewnętrznej istoty materji, nazywają się zjawiskami chemicznemi. Zjawiska chemiczne polegają bądź na tem, że albo dwie odmienne substancje łączą się ze sobą i tworzą nowe złożone ciało, czyli związek chemiczny, bądź też ciało złożone rozkłada się na swe składowe części (składniki), z których każda stanowi odmienne ciało, i dokonuje się wtedy rozkład chemiczny.

Jeżeli np. kawałek niegaszonego wapna skropimy należycie wodą, to spostrzeżemy, że wapno i woda zaczną działać wzajemnie na siebie; wapno się rozpadnie czyli zlasuje, przyczem powstanie silne ciepło, i po chwili utworzy się biały proszek, zwany gaszonem wapnem. Gaszone wapno nie jest bynajmniej prostą mięszaniną wapna i wody, lecz jest związkiem chemicznym tych dwóch ciał, a proces, który się przytem odbywał, nazywa się połączeniem chemicznem czyli syntezą. Gaszone wapno można dowolnie mięszać z wodą, a wtedy już żadna przemiana chemiczna nie nastąpi.

Siła, która sprawia, że dwa ciała odrębne, np. niegaszone wapno i woda, łączą się ze sobą, nazywa się powinowactwem chemicznem. W powyższym przykładzie powinowactwo chemiczne działa przy zwy-

kłem zetknięciu się obu ciał; między niektóremi ciałami siła powinowactwa objawia się dopiero przy wyższej temperaturze, czasami także pod wpływem światła lub elektryczności. Wogóle zaś oddziaływanie wzajemne dwóch ciał na siebie, czyli r e a k c j a c h e m i c z n a, tem prędzej się odbywa, im więcej ciała te są rozdrobnione lub rozrzedzone. W tym celu stałe ciała muszą być dobrze sproszkowane, lepiej jeszcze, jeżeli są rozpuszczone lub płynne, najprędzej zaś działają na siebie gazy czyli ciała lotne.

Jako drugi przykład weźmy kawał drewna, które poddamy wysokiej temperaturze, trzymając je nad ogniem. Skutkiem ciepła lotne części oddzielą się ulatując w powietrze i drzewo zamieni się w węgiel. Jeżeli temperaturę powiększymy tak, że drzewo się zapali i spłonie, to skutkiem większego ciepła substancja węgla także ulotni się w powietrze w formie gazów i dymu a z drzewa pozostanie tylko popiół. Mamy tu więc przykład r o z k ł a d u c h e m i c z n e g o drewna (a raczej substancji, z których ono się składa, gdyż drewno jest zbiorem różnych ciał chemicznych). Przy rozkładzie ich tworzą się najpierw lotne substancje, potem powstaje węgiel a ostatecznie popiół.

Przyczyną rozkładu ciał mogą być te same czynniki, które są powodem chemicznych połączeń. Nie wszystkie ciała jednakże dają się za pomocą ciepła rozłożyć. Niektóre rozkładają się dopiero pod wpływem prądu elektrycznego, najłatwiej zaś można rozłożyć związek chemiczny przez oddziaływanie obcego ciała — na mocy powinowactwa chemicznego. Siła powinowactwa między rozmaitemi ciałami nie jest bowiem równa. Jeżeli mamy np. związek chemiczny złożony z dwóch substancyj, to chcąc go rozłożyć, musimy pokonać siłę powinowactwa, z jaką pojedyńcze substancje czyli składniki są ze sobą złączone. Skoro dodamy więc obce ciało, które ma większą siłę powinowactwa z jednym z tych składników, niż one pomiędzy sobą, to wtedy ciało obce połączy się z tymże składnikiem, pod-

czas gdy druga substancja zostanie wydzielona czyli uwolniona z pierwotnego związku. W ten sposób można rozłożyć najbardziej złożone i skomplikowane związki chemiczne, uwalniając pojedyncze ich składniki.

Chociaż w wyżej przytoczonym przykładzie drewno zostało spalone, to przecież żaden z jego składników nie został zniszczony; przeszły one tylko ze stanu s t a ł e g o w stan l o t n y i przez to dla oka naszego stały się niewidzialne. Badając rozmaite przemiany chemiczne, przekonujemy się, że materja nigdzie i nigdy nie ginie, że jej ani zniszczyć ani stworzyć nie podobna. Okazało się wyżej, że drewno składa się z popiołu, węgla i lotnych części, które jako przetwory chemiczne otrzymaliśmy. Pozostały po spaleniu drewna popiół możemy za pomocą odpowiednich środków rozłożyć jeszcze na dalsze składniki; rozkład taki, jeżeli jest w tym celu dokonany, aby poznać lub wykazać składniki danego ciała, nazywa się a n a l i z ą chemiczną.

Analizując czyli rozkładając dalej ciała chemiczne i ich przetwory, dojdziemy ostatecznie do takich substancyj, których już dalej rozłożyć nie można. Ciała takie, nie dające się na składniki rozłożyć, nazywają się p i e r w i a s t k a m i c h e m i c z n y m i. Takich pierwiastków chemicznych znamy dziś 79, z których połowa jednakże bardzo mało w przyrodzie jest rozpowszechniona. Większa część pierwiastków należy do m e t a l i, które prawie bez wyjątku są stałemi, błyszczącemi ciałami, wszystkie zaś niemetaliczne pierwiastki zowią się m e t a l o i d a m i i dzielą się (stósownie do swego stanu skupienia) na lotne, płynne i stałe ciała. Niektóre metale są ogólnie znane, jak złoto, srebro, rtęć, żelazo, miedź, ołów, — z metaloidów siarka, węgiel; mniej znane metaloidy są azot, tlen, wodor, bądź to z tego powodu, że niektóre, jak tlen, azot i inne występują w formie bezbarwnych gazów, a więc dla oka naszego nie są widzialne, bądź też dla tego, że wogóle w naturze w stanie wolnym się nie znajdują. Natomiast w stanie złożonym, tj. w związku z innymi pierwiastkami, wystę-

pują i one w formie mniej lub więcej podpadającej pod nasze zmysły. Pierwiastki łącząc się z sobą mogą zmieniać swój stan skupienia, i tak z połączenia dwóch gazów może powstać ciało płynne lub stałe i odwrotnie ciała stałe i płynne, łącząc się z innemi, mogą przechodzić w rozmaite stany skupienia, stósownie do natury nowo powstałego związku.

Każdy pierwiastek ma swój symbol czyli znak chemiczny. Symbole te oznacza się literami alfabetu, i to zawsze początkowemi literami łacińskiej nazwy pierwiastku. Niżej wymieniamy pierwiastki, któremi zajmować się będziemy w następujących rozdziałach, ich łacińskie nazwy i symbole chemiczne.

	Nazwa łacińska	Symbol
Metaloidy:		
Tlen	Oxygenium	O
Azot	Nitrogenium	N
Węgiel	Carbonium	C
Wodor	Hydrogenium	H
Argon	Argon	Ar
Krzem	Silicium	Si
Fosfor	Phosphor	P
Siarka	Sulphur	S
Chlor	Chlor	Ch
Metale:		
Glin	Aluminium	Al
Żelazo	Ferrum	Fe
Potas	Kalium	K
Sód	Natrium	Na
Wapń	Calcium	Ca
Magnez	Magnesium	Mg

Ciała złożone z kilku pierwiastków określa się formułami chemicznemi w ten sposób, że pisze się obok siebie symbole składających je pierwiastków a liczby, które się przytem dodaje, oznaczają stosunek ilościowy, w jakim pierwiastki złączone są ze sobą. Pierwiastki

chemiczne nie łączą się ze sobą w dowolnej ilości, lecz zawsze w ściśle oznaczonym stosunku. Stosunek ten zachowują one zarówno w dużych masach jak i w najmniejszych swych cząsteczkach czyli a t o m a c h*).

Podług nauki Arystotelesa istniały tylko cztery pierwiastki w przyrodzie, tj. ogień, powietrze, woda i ziemia czyli cztery t. zw. żywioły. Dzisiaj wiadomo nam, że nie są to pierwiastki w naszem znaczeniu tego słowa, — z czego się zaś składają, o tem będzie mowa w następujących rozdziałach.

---

*) Najmniejsza cząsteczka ciała złożonego nazywa się *drobiną*, najmniejsza cząstka zawartych w drobinie pierwiastków nazywa się *atomem*. Atomy wszystkich pierwiastków mają równą objętość, ale nierówny ciężar. Ciężar atomów oznacza się w stosunku do wodoru, którego ciężar atomowy za jednostkę jest przyjęty. Każdy symbol chemiczny oznacza jeden atom danego pierwiastka, a formuły chemiczne wyrażają ilość atomów, które zawarte są w każdej drobinie.

ROZDZIAŁ I.

POWIETRZE.

Powietrze, czyli ogólniej mówiąc atmosfera, w której żyjemy, jestto mięszanina lotnych ciał, które jako powłoka otaczają kulę ziemską, albo inaczej jestto warstwa gazów spoczywająca na powierzchni ziemi. Warstwa ta skutkiem ciężaru własnego na spodzie jest zgęszczona, ku górze zaś rozrzedza się coraz bardziej aż do wysokości około 11 kilometrów, poczem skład jej prawdopodobnie ulega zmianie i stopniowo przechodzi w inne, nieznane nam sfery. Powietrza nie widzimy wprawdzie, wiemy jednakże, że istnieje, gdy poruszone jako wiatr, obraca śmigami wiatraka lub pędzi żaglowy statek na wodzie, słyszymy jak szumią lasy i łany zbóż naszych, kołysane wiatrem, i znamy niszczącą siłę orkanu, który olbrzymie drzewa łamie lub z korzeniami wyrywa.

Powietrze składa się przeważnie z dwóch gazów, t. j. z azotu i tlenu. Są to dwa pierwiastki chemiczne, które wprawdzie ściśle ze sobą zmięszane, bynajmniej jednakże nie są złączone chemicznie, lecz znajdują się w wolnym stanie w powietrzu. Z gazów tych powietrze zawiera tlenu 21 części, azotu 78 części (na objętość).

Tlen *(O)* jestto pierwiastek najwięcej rozpowszechniony zarówno w martwej jak i żywej przyrodzie. Jest

on zawarty nietylko w powietrzu, ale i w wodzie, w ziemi, we wszystkich żyjących organizmach i znajduje się w większej ilości na naszym planecie, niż wszystkie pierwiastki razem wzięte; na wagę stanowi on bowiem 23% powietrza, $^8/_9$ części wody, około $^1/_3$ skorupy ziemskiej i większą połowę ciała roślinnego i zwierzęcego. Człowiek zawiera w 100 kg żywej wagi (razem z zawartą w ciele wodą) 62 kg tlenu.

Tlen zawarty w powietrzu łączy się chciwie z wszelkimi pierwiastkami i to jest powodem, że rozmaite przedmioty, do których powietrze ma wolny przystęp, po pewnym przeciągu czasu rozkładają się. I tak ciała organiczne (zwierzęce i roślinne) butwieją lub gniją, potrawy i napoje psują się (kwaśnieją), kamienie wietrzeją. Rozkład powyższych ciał złożonych następuje skutkiem połączenia się tlenu z pojedyńczymi ich składnikami. Proces łączenia się tlenu z innym pierwiastkiem nazywa się w chemji oksydacją czyli utlenianiem, a związki pojedyńczych pierwiastków z tlenem nazywamy w ogólności tlenkami. Przy każdym procesie utleniania powstaje pewna ilość ciepła; ciepło to jednakże ulatuje i nie podpada nam, jeżeli proces ten wolno się odbywa, np. przy rozkładzie (gniciu) ciał. Powolnem utlenianiem jest także rdzewienie żelaza i innych metali, które wystawione na wpływ powietrza, na powierzchni swej łączą się z tlenem i tworzą rdzę. Co więcej oddychanie zwierząt i ludzi polega również na powolnem utlenianiu. Z powietrza wciągniętego przez płuca tlen przechodzi do krwi, która rozprowadza go po całym organizmie; tutaj łączy się tlen z węglem, zawartym w ciele zwierzęcem, i tworzy kwas węglowy (gaz), który płuca wydychają.

Poznawszy różne formy utleniania, przekonaliśmy się, że przy powolnym rozkładzie ciał i rdzewieniu metali ciepło jest niedostrzegalne, przy oddychaniu zaś, czyli przy utlenianiu węgla w organizmie zwierzęcym, jest ono dość znaczne, jak tego dowodzi temperatura krwi zwierzęcej. Jeżeli zaś przy utlenianiu tyle ciepła

powstaje, że ciało się rozżarza i wydaje światło (płomień), wtenczas proces ten nazywamy p a l e n i e m. Płomień czyli ogień są to gazy, które, ulatując z palącego się ciała, łączą się z tlenem i przez to rozgrzewają się do tego stopnia, że się świecą. Jeżeli więc ciało jakieś się pali, to znaczy, że łączy się ono z tlenem. Palenie ciał zatem jest niczem innem, jak procesem utleniania i odbywać się może tylko w obecności tlenu. Ciała, które na powietrzu zaledwie się tlą, w czystym tlenie palą się płomieniem; tak np. tlejące drewno, węgiel rozżarzony, rozpalony drut żelazny w czystym tlenie płoną jasnym błyszczącym płomieniem. Urządzenie pieców naszych i lamp polega na tem, aby przez sztucznie utworzony przewiew, doprowadzać jak największą ilość powietrza, a zatem i tlenu do ogniska.

Tlen w stanie wolnym występuje tylko w powietrzu, w innych ciałach jest on złączony chemicznie z rozmaitymi pierwiastkami. Co do związków tlenu z innymi pierwiastkami to objawia się tu wielka różnica między metalami a metaloidami. Metaloidy łącząc się bowiem z tlenem tworzą k w a s y, tj. ciała takie, które mają smak kwaśny i zmieniają barwniki niebieskie na czerwone. Tlenki zaś metali należą do ciał zupełnie odrębnych, które nazywamy w chemji z a s a d a m i *). Zasady odznaczają się tem, że zmieniają czerwone barwniki na niebieskie, a niektóre z nich mają smak ługowaty. Zasady i kwasy są to dwie grupy ciał chemicznych, które wręcz przeciwnie się zachowują, ale właśnie dla tego mają jedne z drugimi wielkie powinowactwo chemiczne i chciwie ze sobą się łączą.

Tlen znajdujemy w związku z wszystkimi nieomal pierwiastkami. Po większej części łączy on się z nimi bezpośrednio, to jest przez zetknięcie się przy odpo-

---

*) Definicja powyższa niezupełnie się zgadza z pojęciami dzisiajszej chemii, która tylko wodany tlenków uważa za zasady lub kwasy. Autor wszakże był zdania, że niedokładność ta jest dozwolona w dziełku popularnem, temwięcej, że określenie zasad i kwasów później (przy końcu II rozdziału) zostanie uzupełnione.

wiedniej temperaturze. Niektóre pierwiastki jednakże w zwykłych warunkach, tj. bezpośrednio nie łączą się z tlenem; do tych należą t. zw. szlachetne kruszce (metale), jak np. złoto, platyna, które na powietrzu nie rdzewieją i nawet przy najwyższej temperaturze nie łączą się z tlenem, a z metaloidów między innymi azot, do którego z kolei się teraz zwrócimy.

Azot *(N)* w powietrzu znajduje się w znacznie większej ilości niż tlen, bo blizko w 4/5 częściach (na objętość), a oprócz tego jest ważnym składnikiem ciała zwierzęcego i roślinnego. W martwej przyrodzie poza atmosferą występuje on w bardzo małych ilościach w niektórych minerałach pochodzenia organicznego, (tj. roślinnego lub zwierzęcego), jak w węglu i saletrze, a także i w glebie. Jest podobnie jak tlen gazem bez barwy i woni, nie ma jednakże tych właściwości co tamten, gdyż palące się ciała gasną w czystym azocie, a zwierzęta duszą się w nim. Azot w wolnym stanie bardzo trudno się łączy z innemi ciałami, dla tego nazywamy go pierwiastkiem obojętnym, nieczynnym, którym Opatrzność przezornie rozrzedziła tlen w powietrzu, aby złagodzić zbyt energiczne działanie tegoż i uczynić go zdatnym do utrzymania życia roślin i zwierząt.

Kwas węglowy. Obok tych dwóch głównych pierwiastków, których stosunek w powietrzu prawie zawsze jest stały czyli niezmienny, zachodzą w atmosferze jeszcze inne gazy, które w małych ilościach tam się dostają lub tworzą, a ilość ich zawisła już to od zjawisk atmosfery, już też od innych miejscowych warunków. Najważniejszy z tych gazów jest kwas węglowy, gaz, który przy oddychaniu zwierząt, ulatuje w powietrze, a tworzy się skutkiem utleniania węgla. Ponieważ wszystkie ciała organiczne, tj. roślinne lub zwierzęce, zawierają węgiel, więc kwas węglowy powstaje zarówno przy paleniu się (np. drzewa), jak i przy gniciu wszelkich substancyj organicznych. Oprócz tego powstaje on także przez działalność wulkaniczną, przyczem gaz ten wydobywa się z ziemi i powoduje burzenie się niektó-

rych źródeł mineralnych (woda selterska). Kwas węglowy składa się z jednej części **w ę g l a** *(C)* i z dwóch części tlenu *(O)* i dla tego nazywa się właściwie **d w u t l e n k i e m w ę g l a**, a jego formuła chemiczna jest CO^2. Jestto gaz nadzwyczaj szkodliwy na płuca, a oddychanie w nim jest wprost zabójcze. Natomiast na żołądek wywiera wpływ orzeźwający. Źródlana woda zawdzięcza smak swój zawartości kwasu węglowego, a do niektórych musujących napoi sztucznie go dodają.

O ile dla zwierząt kwas węglowy jest szkodliwy, o tyle dla roślin stanowi najważniejsze pożywienie. Liście rośliny zwłaszcza na dolnej stronie zaopatrzone są w liczne szparki, które posiadają własność otwierania i zamykania się w miarę potrzeby, i temi szparkami wnikają gazy atmosferyczne do wnętrza roślin. Z gazów tych pochłania roślina kwas węglowy i rozkłada go na tlen i na węgiel. Tlen wydzielony zostaje i uchodzi w powietrze, a węgiel pozostaje w organizmie roślinnym i służy do utworzenia materji organicznej, z której się składa całe ciało roślinne. Proces przetwarzania kwasu węglowego na materją organiczną nazywa się **a s y m i l a c j ą** czyli **p r z y s w a j a n i e m** i dokonywa się w liściach rośliny pod wpływem promieni słonecznych; bez udziału światła asymilacja odbywać się nie może, a w nocy ustaje zupełnie.

Przy asymilacji w organizmie roślinnym odbywa się więc odwrotny proces jak przy oddychaniu zwierząt. Rośliny rozkładają kwas węglowy i przerabiają go na związki organiczne, które w rozmaitej formie (jako mączka, cukier, tłuszcz i t. d.) służą na pokarm dla zwierząt. Zwierzęta zaś żywią się materją organiczną, która w ich organizmie zostaje rozłożona przez to, że zawarty w niej węgiel pod wpływem tlenu ulega oksydacji. Zwierzęta zużywają zatem tlen do utleniania węgla i produkują kwas węglowy, rośliny zaś rozkładając kwas węglowy pochłaniają węgiel i wydzielają tlen, przez co oczyszczają powietrze, które inaczej stałoby się niezdatne do oddychania. Poznaliśmy zatem

wielkie prawo przyrody, ną którem polega życie zarówno zwierząt jak roślin. Widzimy, że byt jednych zawisł od istnienia drugich, i że między tymi dwoma światami istnieje nieprzerwana wymiana materji.

Ale różnica między roślinami i zwierzętami jest tylko pozorna. Oprócz asymilacji, odbywa się bowiem w roślinie podobny proces, jak przy oddychaniu zwierząt. W nocy, kiedy roślina przestaje asymilować, wtedy pochłania ona także tlen i produkuje kwas węglowy. Proces ten oddychania ma miejsce także i we dnie, tylko nie podpada nam wtedy, gdyż równoważy się przez proces asymilacji, (przez który kwas węglowy zaraz zużytkowany zostaje). Roślina oddycha nietylko za pomocą górnych swych części (liści), ale także przez korzenie, które pochłaniają tlen ze znajdującego się w glebie powietrza i również wydzielają kwas węglowy. Oddychanie roślin polega także na utlenianiu węgla zawartego w materji organicznej, która przez to rozkłada się i zużywa; mamy tu więc odwrotny proces jak przy asymilacji.

Kwas węglowy nagromadza się w dolnych częściach atmosfery, w górnych warstwach ilość jego się zmniejsza. Wogóle ilość kwasu węglowego w powietrzu jest nierówna, nie wynosi jednak nigdy więcej niż pięć na 10,000 części powietrza, przecięciowo 0,04% (na objętość). Chociaż w porównaniu z tlenem i azotem, jestto stosunek niewielki, to jednak zapas kwasu węglowego w powietrzu jest bardzo znaczny, gdyż wystarcza na pożywienie dla całej roślinności. — W zamkniętych miejscowościach ze złą wentylacją skutkiem palenia się licznych świateł i oddechu wielu ludzi lub w stajniach, gdzie mierzwa się rozkłada, ilość kwasu węglowego dojść może do 30 części na 10,000 powietrza. Powietrze takie jest nadzwyczaj szkodliwe na płuca nietylko ludzi, ale i zwierząt; to też dobra wentylacja w stajniach i oborach jest głównym warunkiem zdrowia naszych zwierząt domowych.

Z **innych gazów** tylko nieznaczne ślady znajdują się w atmosferze, które pomimo to jednak nie bez znaczenia są w gospodarstwie przyrody.

Po gwałtownej burzy, czujemy nieraz orzeźwiający zapach w powietrzu, który przypomina zapach siarki. Zapach ten pochodzi od gazu zwanego ozonem, który nie jest niczem innem jak odmienną formą tlenu. Wiele pierwiastków chemicznych posiada bowiem tę własność, że w wolnym stanie występują w naturze w dwóch lub kilku odmiennych postaciach czyli modyfikacjach, tworzą jednakże z innymi pierwiastkami te same związki chemiczne. Taką modyfikacją tlenu jest ozon, który powstaje w małych ilościach pod wpływem prądu elektrycznego i tworzy się także przy szybkiem parowaniu wody. Ozon różni się tem od tlenu, że wydaje właściwy sobie zapach siarki i że daleko energiczniej działa przy utlenianiu. Skutkiem tego też bardzo szybko się zużywa i zawsze tylko w minimalnych ilościach znajduje się w powietrzu. Dla swej silnie utleniającej, a więc ułatwiającej oddychanie własności, jestto składnik bardzo pożądany w powietrzu, który po większej części jednakże tylko mieszkańcom wsi przypada w udziale; w atmosferze miejskiej prawie nigdy się nie znajduje, gdyż tam wnet zużyty zostaje przez proces utleniania, który tak w płucach ludzkich jak i w ogniskach fabrycznych itd. na wielką skalę się odbywa.

Powiedzieliśmy wyżej, że zawarty w tak ogromnej ilości w atmosferze azot w przeciwieństwie do tlenu, bardzo małe ma powinowactwo chemiczne z innymi pierwiastkami czyli, że bardzo trudno z nimi się łączy. W wyjątkowych jednakże okolicznościach azot podlega także utlenieniu, tj. łączy się chemicznie z tlenem. Skutkiem połączenia tego powstaje gaz nazwany kwasem azotowym. Zawiera on 5 części tlenu *(O)* na 2 części azotu *(N)*, a formuła jego chemiczna jest $N^2 O^5$. Związek ten tworzy się w atmosferze skutkiem uderzenia piorunu i przy parowaniu wody, zawsze jednakże w bardzo nieznacznych ilościach. Utlenianie azotu odbywa się więc

w tych samych warunkach, w jakich tlen przemienia się na ozon, i ten prawdopodobnie działa tak energicznie, że zdolny jest nawet łączyć się z azotem. Oprócz kwasu azotowego, znajduje się w powietrzu jeszcze jeden związek azotu, to jest **a m o n i a k**, który jednakże nie tworzy się w atmosferze, lecz jest gazem ulatniającym się podczas gnicia lub palenia się ciał organicznych. Gaz ten, (którego formuła jest NH^3) składa się z 1 części azotu *(N)* i 3 części wodoru *(H)* i znany jest z swego ostrego i drażniącego zapachu, podpadającego mianowicie przy rozkładzie mierzwy stajennej i gnojówki. Amoniak pochłaniany zostaje w wysokim stopniu przez wodę (i w tym rozczynie zachodzi w handlu jako amoniak wodny). W atmosferze znajduje się w przybliżeniu na miljon części powietrza, jedna część amoniaku. Obadwa te związki chemiczne azotu, tj. kwas azotowy i amoniak, mają o tyle niepoślednie dla nas znaczenie, że stanowią bardzo ważne pożywienie dla roślin, gdyż jedynie w tej formie złożonej rośliny mogą azot przyjmować. Ponieważ oba te gazy nadzwyczaj łatwo są rozpuszczalne w wodzie, więc każdy opad atmosferyczny, czy to deszcz, czy śnieg lub rosa, sprowadza pewną ilość tych ciał na ziemię. Chociaż więc ilość ich w powietrzu jest niesłychanie mała, można jednak przyjąć, że rocznie 20—28 kg azotu na hektar dostaje się przez opady atmosferyczne na ziemię w formie amoniaku i kwasu azotowego.

Poznaliśmy, że powietrze w głównej i istotnej swej części składa się z dwóch gazów, tj. z tlenu i azotu z małą domieszką kwasu węglowego (dwutlenku węgla). Gazy te są zmięszane ze sobą, chemicznie zaś nie działają czyli nie reagują na siebie. Skutkiem jednakże zjawisk atmosfery i niektórych procesów chemicznych odbywających się na ziemi, tworzą się drobne ilości innych gazów i wtedy zawiera powietrze nieznaczne ślady ozonu, który, jak widzieliśmy, jest tylko modyfikacją tlenu i dwóch połączeń azotu, tj. kwasu azotowego i amoniaku.

W nowszym czasie odkryto jeszcze jeden składnik w powietrzu, a zarazem nowy pierwiastek, który nazwano argonem i dano mu symbol chemiczny *Ar.* Jestto gaz przezroczysty, bez barwy i woni, znajdujący się w znacznej stosunkowo ilości w powietrzu, gdyż zajmuje w niem prawie $^1/_{100}$ objętości. Powietrze więc składa się mniej więcej z

78 części azotu
21 „ tlenu
1 „ argonu
———
100

Pod względem chemicznym argon jest ciałem obojętniejszem jeszcze niż azot, gdyż nawet z tlenem nie łączy się wcale i z tego powodu dawniejsi chemicy nie zdołali rozróżnić go od azotu, który przedtem uchodził za najobojętniejszy z wszystkich pierwiastków*).

Para wodna i opady. Oprócz powyższych składników, zawiera powietrze zawsze większą lub mniejszą ilość pary wodnej. Ogromne masy wód rozlane na powierzchni ziemi, będąc w bezpośredniem zetknięciu z gazami atmosferycznemi, ulatniają się bezustannie i to w tem większym stopniu, im wyższa ich temperatura i im większy prąd powietrza nad niemi przechodzi. Przeciętna ilość pary wodnej w powietrzu wynosi 1%. Ilość ta jest zmienna, ale w żadnym razie nie przekracza ściśle przepisanej granicy, która się zmienia stosownie do temperatury powietrza. I tak 1 mtr. kub. powietrza może zawierać przy stopniu 0^0 5,4 gr. pary, przy 12^0 C. 9,5 gr., przy 25^0 C. 17,3 gr. pary. Jeżeli atmosfera przy odpowiednich temperaturach zawiera powyższe ilości pary wodnej, wtenczas mówimy, że jest nasycona parą; temperatura zaś, przy której powietrze nasycone jest daną ilością pary, nazywa się punktem nasycenia.

*) Dla ścisłości dodać należy, że oprócz argonu odkryto w powietrzu jeszcze ślady kilku innych nieznanych przedtem pierwiastków, które nazwano: helium, krypton, neon i xenon, oprócz tego skonstatowano w niem minimalną zawartość wodoru.

Gdy więc powietrze zawiera 9,5 gr. pary, wtenczas punkt nasycenia jest 12° C.*). Skoro temperatura jest wyższą niż 12°, to powietrze nie jest nasycone, gdy temperatura spadnie niżej punktu nasycenia, to nadmierna ilość pary wodnej zgęści się i utworzy mgłę lub chmurę. Jeżeli temperatura znacznie się obniży, wtedy następuje opad atmosferyczny: para wodna skrapla się czyli tworzy krople wody, które ciężarem swym spadają na ziemię jako deszcz, lub też zmarznięte jako śnieg albo grad. Na tej samej zasadzie polega tworzenie się rosy lub śronu. Po zachodzie słońca, powierzchnia ziemi oziębia się silniej niż otaczające ją powietrze, skutkiem tego para wodna zawarta w powietrzu, osadza się kroplami na zimniejszych przedmiotach. Wszystkie ciała tracą ciepło i stygną dlatego, ponieważ powierzchnia ich wysyła promienie ciepła czyli promieniuje. Ponieważ trawa i liście najwięcej tracą ciepła przez promieniowanie, a więc najprędzej się oziębiają, dlatego też więcej rosy osiada na nich niż na gołej ziemi. Jeżeli zaś powierzchnia ziemi lub ciała roślinne oziębią się niżej stopnia 0, wtenczas para wodna osadza się na nich jako śron. (Z powodu szybkiego oziębiania się roślin, są one wystawione na przymrozki nocne nawet wtenczas, gdy temperatura powietrza utrzyma się nad 0°.) Przy pochmurnem niebie nie tworzy się ani rosa ani śron, ponieważ chmury chronią ziemię przed zbytniem promieniowaniem. Ten sam skutek wywiera dym, unoszący się nad powierzchnią ziemi, to też ogrodnicy używają nieraz tego środka, aby rośliny uchronić przed przymrozkami nocnymi. Również i dolne warstwy powietrza, (które we dnie są najwięcej ogrzane), stosunkowo szybko oziębiają się po zachodzie słońca; skutkiem tego w niektórych nocach oprócz rosy tworzy się mgła, mianowicie nad wodami lub nad wilgotnemi łąkami, gdzie powietrze nasycone jest parą wodną. Wogóle mgły i rosy

---

*) Jeżeli krótko po zachodzie słońca, punkt nasycenia leży niżej stopnia 0, wtenczas w nocy następuje przymrozek.

najsilniej występują wiosną i w jesieni, tj. wtedy, gdy największe zachodzą różnice między temperaturą dnia i nocy.

Ilość pary wodnej w powietrzu oznacza się za pomocą hygrometru. Jeżeli powietrze nie jest ani zbyt suche, ani zbyt wilgotne, to zawiera 50—70% tej ilości pary, która potrzebna jest do zupełnego nasycenia.

Każda ciecz zamieniając się w parę, pochłania czyli zużywa pewną ilość ciepła. Tak samo i woda parując przy każdej temperaturze pochłania znaczną ilość ciepła, a skutek jest ten, że woda biorąc to ciepło z najbliższego otoczenia, nietylko sama się przez to oziębia, ale oziębia także i powietrze. Ale nietylko rozlana w formie mórz i jezior woda paruje na powierzchni, ulatuje ona przy zetknięciu się z powietrzem z każdego wilgocią nasiąkniętego przedmiotu, ulatuje z wilgotnej powierzchni ziemi, z roślin, a mianowicie z drzew i lasów. Ztąd lasy szczególnie są ważnym czynnikiem klimatycznym. Parują one bowiem podobnie jak jeziora i morza, a przez to nietylko zaopatrują w wilgoć atmosferę, ale ochładzając temperaturę w nasyconem powietrzu wywołują nieraz atmosferyczne opady.

Opady atmosferyczne zależne są jednakże w pierwszym rzędzie od wiatrów. I tak wiemy, że wiatr południowo-zachodni, przychodzący z Atlantyku, przynosi powietrze ciepłe i nasycone parą i ztąd sprowadza nam najwięcej deszczów, gdy zaś wiatr wschodni, pochodzący ze stepów azjatyckich, przynosi nam powietrze ubogie w wilgoć. — Również i sąsiedztwo gór wpływa na obfitość opadów. Górskie powietrze jest zawsze zimniejsze niż na nizinach, i ztąd prąd powietrza nasycony wilgocią, przechodząc przez pasmo gór, oziębia się i pozbywa się tutaj nadmiaru wilgoci; skutkiem tego zaś leżące za górami w kierunku prądu powetrznego okolice mają zwykle brak deszczów. Pozatem można przyjąć za powszechną regułę, że obfitość opadów jest tem większa, im wyżej powierzchnia ziemi wzniesiona jest ponad poziom morza.

Obfitość deszczów jest jednym z najgłówniejszych warunków urodzajności naszych pól, jest tym czynnikiem, bez którego daremną się staje praca i zachody rolnika i dlatego nieobojętną jest rzeczą oznaczenie ilości spadłego na ziemię deszczu. Aby sobie zrobić pojęcie o tej ilości, stwierdzamy, jak wysoko stałaby woda deszczowa na płaszczyźnie ziemi, gdyby nic z niej nie wsiąkło w ziemię, ani nie wyparowało w powietrze. Wysokość tę wyrażamy w milimetrach za pomocą deszczomierza. Każdy milimetr spadłego deszczu rozlany na przestrzeni 1 metra kwadr. czyni 1 kg. czyli 1 litr wody. Przeciętna roczna ilość spadłego deszczu na ziemiach polskich waha się od 400—1200 mm., w Królestwie Polskiem wynosi średnio 560 mm., w W. Księstwie Poznańskiem 509 mm., a w prowincji Zachodnio-pruskiej 536 mm.

Nie należy przypuszczać jednakże, aby ilość opadów na całym obszarze danego kraju czy prowincji była ta sama. Przeciwnie, różne okolice kraju wykazują pod względem opadów znaczne różnice, a powyższe liczby uważać należy za przeciętne nietylko z długiego szeregu lat, ale i z wielu miejsc położonych w różnych stronach kraju. I tak w W. Ks. Poznańskiem są miejscowości, w których przeciętna ilość deszczu wynosi mniej niż 420 mm. rocznie, a w innych okolicach przekracza 600 mm. W Prusach Zachodnich — z powodu większych różnic co do wzniesienia poziomu i bliskości morza — wahania są jeszcze większe, gdyż wynoszą od 420 do 740 mm. Stosownie do ilości opadów można cały kraj podzielić na s t r e f y o p a d ó w i uwidocznić je na mapie geograficznej. Takie mapy opadów mogą ważne usługi oddać przy ocenie wartości ziemi, gdyż wydajność gleby zależna jest nietylko od jej składu, lecz także od położenia klimatycznego. Jednakże i w obrębie tej samej strefy rozkład opadów bywa nierówny i nieraz sąsiadujące ze sobą miejscowości wykazują znaczną różnicę opadów, nietylko w przeciągu jednego roku, ale corocznie powtarzającą się, a przekonać się o tem można zapomocą mierzenia opadów na miejscu.

W poszczególnych latach ilość opadów również podlega znacznym wahaniom. Na mocy długoletnich obserwacyj stwierdzono, że opad roczny (w miejscowościach leżących w obrębie W. Ks. Poznańskiego i Prus Zachodnich) w latach suchych obniżyć się może na 55%, a w latach mokrych dochodzi do 145% przeciętnej ilości*).

W przeciągu roku rozkładają się opady na poszczególne miesiące (podług przeciętnej z 50 lat) mniej-więcej jak następuje:

	Wl Ks. Poznańskie	Prusy Zach.
Styczeń . .	30 mm	33 mm
Luty . . .	26 „	28 „
Marzec. . .	32 „	36,5 „
Kwiecień . .	33 „	33 „
Maj	49 „	48 „
Czerwiec . .	61 „	59 „
Lipiec . . .	67 „	73 „
Sierpień . .	66 „	68 „
Wrzesień . .	41 „	44 „
Październik .	36 „	41 „
Listopad . .	33 „	36 „
Grudzień . .	35 „	36,5 „
	509 mm	536 mm

Dni z opadami jest w Księstwie i Prusach Zachodnich przeciętnie 170 na rok z wahaniem od 125 dni (w najsuchszym roku) do 229 (w r. 1899). Z tego na opad śniegu przypada 40—55 dni, reszta na opady deszczowe. Najczęstsze opady zachodzą w miesiącach grudniu, lipcu i sierpniu, najmniej zaś dni z opadami mają miesiące luty, czerwiec a przedewszystkiem wrzesień. Jeżeli dane te porównamy z wyżej przytoczoną tabelką, zauważymy, że w niektórych miesiącach częstość opadów nie idzie w parze z ich obfitością, gdyż wrzesień

*) Wyżej przytoczone i następne liczby zaczerpnięte są z Hellmanna „Regenkarten der Provinzen Westpreussen und Posen".

a zwłaszcza czerwiec, w których deszcze rzadko padają, mają przeciętnie znacznie większą ilość opadu niż grudzień, w którym opady zachodzą najczęściej.

W każdym razie zaznaczyć należy, że w naszym klimacie woda deszczowa, pochodząca z opadów wiosennych i latowych, zwykle nie wystarcza na potrzeby roślin uprawnych i dlatego ważnem zadaniem rolnika jest zapomocą umiejętnej uprawy roli dążyć do tego, aby jaknajmniej postradać wilgoci pozostałej w glebie z opadów zimowych.

Ciśnienie i ciepłota powietrza. Ciśnienie, które powietrze ciężarem swym wywiera na powierzchnią ziemi, mierzymy za pomocą barometru. Ciśnienie barometryczne wynosi na wysokości poziomu morza przeciętnie 760 mm., czyli innemi słowy prostopadły słup powietrza spoczywający na danej przestrzeni waży tyle co takiż słup rtęci (żywego srebra) wysoki na 760 mm. Im wyżej wzniesiemy się nad poziom morza, tem mniejszy ciężar powietrza spoczywa nad nami i tem niższy jest stan barometru. Ale i na powierzchni morza ciśnienie barometryczne nie jest równe i ciągłym podlega zmianom, a zmiany te są zależne od temperatury i od stopnia wilgoci atmosfery. Jak wszystkie ciała, tak też i powietrze skutkiem ciepła rozszerza czyli rozrzedza się i w miarę tego staje się lżejsze czyli ciśnienie jego się zmniejsza. Również i skutkiem nasycenia wilgocią ciśnienie atmosfery staje się mniejsze, gdyż para wodna, która także bierze udział w ciśnieniu, jest znacznie lżejsza od powietrza. Podług prawa fizykalnego lżejsze powietrze unosi się w górę, a na jego miejsce napływają gęściejsze warstwy o wyższem ciśnieniu barometrycznem tak długo, póki ciśnienie atmosfery się nie zrównoważy.

Z poprzedniego zdania mogłoby się zdawać jakoby w górnych warstwach atmosfery większe panowało ciepło, niż na dole; tymczasem bynajmniej tak nie jest. Ogrzane powietrze, unosząc się w górę, oziębia się tam nadzwyczaj szybko, a im wyżej wzniesiemy się nad po-

ziom morza, tem niższa panuje temperatura, czego dowodem są góry wiecznymi pokryte śniegami. Pochodzi to głównie z tej przyczyny, że powietrze w górnych warstwach coraz więcej jest rozrzedzone i jako takie niezdolne tyle ciepła pochłonąć i zatrzymać, co gęściejsze warstwy na dole. — Lecz dolne warstwy powietrza w różnych okolicach globu naszego także nierówno są ogrzane. Wiemy, że słońce najsilniej grzeje pod równikiem, najsłabiej zaś w okolicach obudwóch biegunów. Przez to nierówne ogrzanie powietrza, równowaga atmosfery zostaje naruszona i w celu wyrównania ciśnienia atmosferycznego, powstają prądy powietrza czyli wiatry. Wiatry roznoszą parę z oceanów i mórz, zaopatrują w nią atmosferę i są, jak widzieliśmy, główną przyczyną opadów atmosferycznych.

Ramy niniejszej pracy nie pozwalają nam dłużej rozwodzić się nad szeregiem tych bardzo ciekawych zjawisk atmosfery, które właściwie wchodzą w zakres fizyki, a szczegółowo traktowane, stanowią przedmiot specjalnej nauki, zwanej meteorologją. Z tego, cośmy dotychczas o tym przedmiocie powiedzieli, wynika, że wszystkie prawie zjawiska atmosfery zależne są w pierwszym rzędzie od większego lub mniejszego ogrzania powietrza. Źródłem ciepła atmosfery są promienie słoneczne; one przenikają atmosferę, a przyspieszając parowanie wody i tworząc prądy powietrza, wywołują opady atmosferyczne. Słońce więc nietylko jest źródłem ciepła, ale za pośrednictwem powietrza zaopatruje ziemię także i w wilgoć.

Widzieliśmy, że wilgoć jest nieodzownym warunkiem życia roślinnego, niemniej ważnym czynnikiem jest c i e p ł o. Roślina ma wprawdzie własne źródło ciepła w procesie oddychania, (przy którem, jak przy każdem utlenianiu, powstaje ciepło), ale ciepło to nie wystarcza jej, gdyż w bezpośredniem zetknięciu z powietrzem zużywa ono się ciągle przez proces parowania wody i t. d. W niektórych razach jednakże ciepło powstające przez oddychanie roślin, jest dość znaczne, jak np. przy kiełko-

waniu jęczmienia w gorzelni; kartofle w pierwszym czasie po wydobyciu ich z ziemi, przechodzą tak energiczny proces oddychania, że w kopcu zagrzewają się silnie, a tak zwane „parowanie“ ich polega na tem, że ulatniająca się z nich równocześnie para wodna, skutkiem oziębienia się skrapla. Wogóle jednakże temperatura roślin równoważy się z temperaturą otaczającego je powietrza. To też wszelkie objawy życia roślinnego odbywać się mogą przy pewnym najniższym stopniu temperatury czyli przy pewnem *minimum* ciepła. Im więcej ciepła roślina ma do dyspozycji, tem szybciej i intenzywniej odbywają się w niej wszelkie czynności życiowe i tem bujniejsza jej wegetacja. Dowodem tego jest roślinność rozmaitych stref naszej ziemi, niemniej i roślinność górska w porównaniu z roślinnością nizin. Ale życie roślinne ma także najwyższą swoją temperaturę czyli *maximum* ciepła, poza którą ustaje ono zupełnie. Pomiędzy „maximum“ i „minimum“ znajduje się *optimum* temperatury, tj. najkorzystniejsza temperatura dla wegetacji. Zarówno najwyższa jak najniższa granica temperatury (p. str. 32) dla różnych procesów życiowych, jak i dla różnych gatunków roślin jest nierówna. I tak n. p. najniższa temperatura, przy której odbywać się może kiełkowanie nasion, wynosi:

dla	koniczyny i lucerny . .	1^0	C
„	grochu, wyki i żyta . .	1— 2^0	„
„	rzepaku	2— 3^0	„
„	bobiku	3— 4^0	„
„	pszenicy i jęczmienia .	3— $4{,}5^0$	„
„	owsa, łubinu i buraków	4— 5^0	„
„	kukurydzy	8—10_0	„
„	fasoli	10_0	„
„	tytoniu	13—14^0	„

Najniższa temperatura dla przyswajania (asymilacji) kwasu węglowego wynosi ogólnie 0^0 C. Najkorzystniejsze temperatury dla kiełkowania leżą pomiędzy 20^0

a 30^{0} C., dla innych przejawów życia roślinnego, np. przyswajania, przy 37^{0} C. Temperatury ponad 50^{0} C. rośliny (ani zwierzęta) znieść nie są zdolne. Dotyczy to jednakże tylko roślin w świeżym stanie, gdyż suche nasiona znoszą wyższe stopnie ciepła bez utracenia siły kiełkowania. Jeszcze więcej odporne pod względem ciepłoty są rośliny niższego rzędu, do których należą wszelkie drobnoustroje.

ROZDZIAŁ II.

WODA.

Znaczenie pary wodnej w powietrzu opisaliśmy już w przeszłym rozdziale, zaznaczyliśmy także ważność opadów atmosferycznych dla rolnictwa. Tutaj zadaniem naszem będzie uzasadnić powyższe twierdzenie i wyjaśnić wpływ wody zarówno na martwą jak i na żywą przyrodę.

Skład chemiczny. Woda jest to związek chemiczny dwóch pierwiastków, tj. znanego nam już tlenu z wodorem. W o d o r *(H)* jest podobnie jak tlen i azot, gazem bez barwy i woni, który o tyle mniejsze ma dla nas znaczenie, że w wolnym stanie nie istnieje prawie wcale w przyrodzie. W stanie złożonym natomiast jest, jak i one, składnikiem ciała zwierzęcego i roślinnego. Wodorem tak samo jak azotem oddychać organizm zwierzęcy nie może, a żadne ciało w nim się nie pali; lecz różni on się tem od azotu, że ma wielkie powinowactwo z tlenem i sam jest nadzwyczaj łatwo palny. Rozgrzany do 200° zapala się niebieskim płomieniem, który słabo świeci, ale nadzwyczaj silnie grzeje. Produktem spalenia wodoru jest para wodna, która zawiera ²/₃ wodoru i ⅓ tlenu (na objętość) i ztąd formuła chemiczna wody jest H^2O. Ponieważ jednakże wodor jest najlżejszym ze wszystkich pierwiastków (14 razy lżejszym od powietrza), więc podług wagi składa się woda z $^8/_9$ tlenu i $^1/_9$ wodoru.

Wszystkie iała organiczne zawierają oprócz węgla, także i wodór, to też przy rozkładzie ich podczas oddychania następuje utlenianie wodoru i tworzy się para wodna, która obok kwasu węglowego ulatuje w powietrze.

Stany skupienia. Woda znajduje się w naturze w trzech stanach: lotnym jako para, płynnym jako woda zwyczajna i stałym jako lód. Widzieliśmy, że przy zetknięciu się z powietrzem woda przy każdej temperaturze paruje, tak dalece, że nawet lód ulatnia się na swej powierzchni. Przy temperaturze 100° C. (punkt wrzenia) woda gotuje się czyli zamienia wewnątrz gwałtownie w parę, gdyż poza tą temperaturą istnieć może tylko w formie lotnej*). Temperatura zaś, przy której woda krzepnie, czyli zamienia się w lód, jest stopień 0 (punkt krzepnięcia). Przy tej samej temperaturze odbywa się tajanie lodu. Lód bowiem o wyższej temperaturze jak 0° nie może istnieć, tak jak (w zwykłych warunkach) nie można wody ogrzać ponad 100° C., dopóki nie zamieni się w parę. Dopiero jeżeli lód resp. woda osiągną powyższe stopnie temperatury, to dalszego ciepła nie zużywają już na ogrzanie się, tylko na przejście w inny stan skupiena, tj. płynny lub lotny. Ażeby więc stopić lód lub wodę zamienić w parę, potrzeba zużyć pewną ilość ciepła, a woda, parując przy każdej temperaturze, pochłania przy tem znaczną ilość ciepła z najbliższego otoczenia, tj. z powietrza, i oziębia przez to temperaturę jego, co zauważyliśmy już w przeszłym rozdziale. Ta sama atoli ilość ciepła, którą woda przy powyższych procesach pochłania, uwalnia się przy odwrotnej przemianie, tj. przy skraplaniu się resp. przy zamarzaniu wody. I dla tego do tych ostatnich procesów potrzebny jest wpływ zimnej temperatury, tj. takiej, która uwalniające się wtedy ciepło może odebrać wodzie.

---

*) Punkt wrzenia (gotowania się) wody zależny jest od ciśnienia atmosfery. Na wysokich górach woda gotuje się przy znacznie niższych stopniach temperatury (na górze Montblanc już przy 85° C.)

Własność tę pochłaniania i uwalniania ciepła posiada woda wspólnie ze wszystkiemi ciałami, które zmieniają swój stan skupienia. Natomiast w niektórych innych własnościach woda stanowi wyjątek z pod praw fizykalnych, o czem zaraz się przekonamy.

Zamarzanie wody. Wiemy z fizyki, że skutkiem ciepła wszystkie ciała rozszerzają się i przez to stają się lżejsze, i odwrotnie przy niższej temperaturze zmniejszają swą objętość, zgęszczają się, a tem samem stają się cięższe. Woda zachowuje się trochę odmiennie pod tym względem, gdyż najgęściejsza, a więc najcięższa jest nie przy 0^0 lecz przy $+ 4^0$ C. Jeżeli więc wodę o temperaturze 0^0 będziemy ogrzewali, to początkowo zacznie ona się zgęszczać tak długo, dopóki nie osięgnie temperatury $+ 4^0$ C. Dopiero przy ogrzewaniu ponad 4^0 rozszerza się woda normalnie, tj. odpowiednio do wzrastającej temperatury. Wyjątek ten z pod ogólnego prawa ma nadzwyczaj doniosłe znaczenie w gospodarstwie przyrody, a żeby to wykazać, wyjaśnimy jak się odbywa zamarzanie naszych rzek i jezior.

Skutkiem zetknięcia z zimnem powietrzem, oziębia się najpierw powierzchnia wody. Oziębiona woda staje się cięższa i opada na spód, a na wierzch przychodzą lżejsze warstwy wody, które również oziębione ustępują miejsca innym tak długo, dopóki temperatura całej masy wody się nie wyrówna. Ponieważ woda najcięższa jest przy 4^0 C., więc opadanie zimniejszych warstw trwa tak długo, dopóki cała woda tej temperatury nie osiągnie. Od tej chwili woda oziębiając się dalej na powierzchni, staje się lżejsza i nie opada już na dół, tylko zostaje u góry i tutaj zamarza, podczas gdy dolne warstwy zatrzymują temperaturę mniej więcej $+ 4^0$ C. Gdyby woda zgęszczała się normalnie aż do stopnia 0, to cała jej masa oziębiłaby się wnet aż do punktu zmarznięcia i do samego dna zamieniłaby się w lód. Przez to wszystkie organizmy żyjące w wodzie śmierć by poniosły, morza zamieniłyby się w lodowce, a klimat nasz stałby się po-

dobny do klimatu strefy polarnej, gdyż ciepło całego lata nie wystarczałoby na stopienie lodów.

Większa część ciał przechodząc ze stanu ciekłego w stały zmniejsza swą objętość; lecz woda i tutaj stanowi wyjątek, gdyż zamieniając się w lód, rozszerza się gwałtownie, tak iż z 1000 części wody powstaje 1099 części lodu. Nieznaczne to powiększenie objętości odbywa się z ogromną siłą, tak iż woda zawarta w szparach i szczelinach skał, przez zmarznięcie rozszerza je stopniowo, i to jest przyczyną pękania i rozpadania się skał. Dla tego samego też powodu rolnik wielkie przypisuje znaczenie przemarznięciu roli przez zimę. Wzruszona pługiem warstwa gleby jest niejako zbiornikiem wilgoci atmosferycznej; woda wsiąka we wszelkie pory i próżne miejsca i marznąc rozszerza je. Proces ten powtarzając się kilkakrotnie, przyczynia się nietylko do rozkruszenia i spulchnienia, ale i do przewietrzenia roli, gdyż umożebnia przystęp powietrza do surowej skiby, która przez działalność gazów atmosferycznych doprawia się i ulepsza.

Rozpuszczanie ciał. Woda posiada bardzo ważną własność rozpuszczania (roztwarzania) różnych ciał, czyli przeprowadzania ich w formę płynną i to nietylko ciał stałych ale i gazów.

Stykając się na powierzchni swej z gazami, woda pochłania je czyli absorbuje. I tak powiedzieliśmy już, że z atmosfery woda pochłania chciwie amoniak i kwas saletrowy, a także i kwas węglowy. Również i powietrze w małej ilości rozpuszcza się w wodzie i przez to dostarcza żyjącym tamże organizmom potrzebnego im do oddychania tlenu. Ale ponieważ tlen łatwiej rozpuszczalny jest w wodzie niż azot, ztąd powietrze wodne zawiera większy stosunek tlenu, niż powietrze atmosferyczne.

Nietylko gazy ale także bardzo wiele ciał stałych, mianowicie soli, rozpuszcza się w wodzie, i to jedne w większej, inne zaś w mniejszej ilości. Po większej części ilość ta wzrasta z podwyższeniem temperatury.

Płyn, który powstaje z rozpuszczenia (roztworzenia) jakiegoś ciała, nazywamy roztworem (wodnym), który zależnie od tego, czy mniej lub więcej danego ciała w nim się rozpuści, jest mniej lub więcej stężony (skoncentrowany), a skoro możliwie największa ilość w nim jest rozpuszczona, wtedy mówimy, że roztwór jest nasycony. Jeżeli do nasyconego roztworu dodamy jeszcze więcej danego ciała, to rozpuścić już ono się nie może. Tak samo jeżeli z nasyconego roztworu pewna część wody wyparuje, wtedy odpowiednia ilość rozpuszczonego ciała musi się wydzielić w stanie stałym i wtenczas przybiera zwykle formę kryształu czyli krystalizuje się. Większa część ciał (soli) w ten sposób krystalizując, łączy się wtedy z wodą chemicznie, a woda zawarta w tych kryształach nazywa się wodą krystaliczną. Jeżeli kryształ taki poddamy wysokiej temperaturze, to woda krystaliczna ulotni się i kryształ rozpadnie się na proszek. — Roztwory wodne mają tę właściwość, że w zetknięciu z roztworami innych ciał lub z wodą przenikają się wzajemnie i mięszają, tak długo dopóki cały roztwór nie nabierze jednolitej koncentracji. Objaw ten nazywa się dyfuzją i ma miejsce nietylko u płynów, ale i u gazów.

Z powodu tej zdolności roztwarzania ciał woda chemicznie czysta nie istnieje w naturze. Najczyściejsza stosunkowo jest woda deszczowa, która nasycona jest tylko gazami atmosferycznymi, i ztąd nazywamy ją wodą miękką. Woda zaś źródlana i rzeczna, która przesiąka przez różne warstwy ziemi, zawiera znaczną ilość rozpuszczonych części mineralnych, znajdujących się w ziemi, a mianowicie dużo wapna i magnezii. Dla tej zawartości wapna woda źródlana nazywa się twardą. Oprócz tego zawiera woda taka dużo kwasu węglowego a także części żelaza, soli kuchennej i innych soli; ciała te mineralne nadają wodzie źródlanej jej odrębny smak. W studniach będących za blizko gnojowni, a manowicie w sadzawkach, woda zawiera często gnijące substancje

organiczne, które są nadzwyczaj szkodliwe dla zdrowia ludzi i zwierząt.

Ale nawet i woda deszczowa zawiera oprócz gazów także drobne ilości mineralnych części, które jako kurz w atmosferze się unoszą. Chcąc otrzymać zupełnie czystą wodę, musimy ją destylować czyli przekroplić. Destylacja polega na tem, że wodę w odpowiednich aparatach przez ogrzanie zamienia się w parę; skutkiem tego części mineralne (ziemne), które ulotnić się nie mogą, pozostają na spodzie, a para odpowiednią rurką przechodzi w innę naczynie, gdzie przez oziębienie skrapla się czyli kondensuje. Taki proces destylacyjny na wielką skalę odbywa się na powierzchni morza. Woda morska parując bezustannie, zaopatruje w wilgoć atmosferę, a ztąd przez opady atmosferyczne dostaje sę woda na ziemię. Tutaj przesiąkając przez rozmaite warstwy ziemi rozpuszcza woda wiele składników ziemnych i zatrzymuje się dopiero nad nieprzepuszczalnymi pokładami gliny, jako t. zw. woda zaskórna. Powracając prędzej czy później na powierzchnię ziemi, woda tworzy źródła, strugi i rzeki i temi drogami doprowadza do morza rozpuszczone części mineralne. Te ostatnie z powodu ciągłego parowania wody nagromadzają się w morzu w takiej ilości, że nadają wodzie morskiej smak słono-gorzki, przez co czynią ją niezdatną do picia.

Znaczenie wody dla roślin. Z opadów atmosferycznych zaledwie ⅓ część wody wsiąka w ziemię; pewna część ulatnia się zaraz w powietrze a reszta zostaje zużyta przez rośliny.

Powiedziano już w poprzednim rozdziale, że wilgoć jest najgłówniejszym warunkiem życia roślinnego. Pierwszym objawem życia rośliny jest kiełkowanie; uśpione przez zaschnięcie ziarno pod wpływem wilgoci budzi się do życia, zaczyna rozkładać (utleniać) materją organiczną czyli oddychać, i tym procesem oddychania (czyli utleniania) rozpoczyna się kiełkowanie. Kiełkowanei odbywa się w ten sposób, że zawarty w nasieniu zarodek, t. zw. *embrjo*, nasiąka wodą (pęcznieje) i rośnie,

przez co rozsadza wierzchnią łupinę nasienia. Koniecznym warunkiem kiełkowania, (jak wogóle wszystkich objawów życia roślin), jest oprócz dostatecznej wilgoci, odpowiedni stopień ciepła i dostęp powietrza. Pod wpływem tych trzech czynników z ziarna wrzuconego przez rolnika w glebę, powstaje młoda roślinka, która potrzebne jej w tym perjodzie życia pożywienie czerpie z materji zawartych w nasieniu. Dopiero, skoro te zapasy przez utlenianie zużyje, skazaną jest na przyjmowanie pokarmu z zewnątrz.

Najpierwszymi i najgłówniejszymi pokarmami roślin są kwas węglowy i woda. Wiemy z poprzedniego rozdziału, że pod wpływem światła roślina przyswaja sobie kwas węglowy zawarty w powietrzu. I w istocie, jeżeli do powyższych czynników, (tj. wilgoci, ciepła i powietrza), przystąpi działanie słońca, tj. skoro tylko młoda roślina zazieleni się na powierzchni ziemi, już zdolną jest przyswajać sobie czyli asymilować kwas węglowy, który przerabia na materją organiczną. Do utworzenia materji organicznej nie wystarcza jednakże sam kwas węglowy, dostarcza on bowiem roślinie tylko węgla; potrzebne jest jeszcze drugie ciało, tj. woda i dopiero w obecności wody proces asymilacji odbywać się może. W organiźmie roślinnym węgiel łączy się chemicznie z pierwiastkami wody i wspólnie z nimi tworzy t. zw. węglowodany, do których należą skrobia czyli mączka, cukier i inne, które później poznamy.

Woda stanowi więc ważne pożywienie dla rośliny, gdyż dostarcza jej wodoru i tlenu, potrzebnych do utworzenia ciał organicznych, w których pierwiastki te chemicznie złączone są z węglem. Lecz z ogromnej ilości wody, pochłoniętej przez rośliny, mała tylko część służy do asymilacji, bez porównania większa ilość wody nie ulega przemianom chemicznym, lecz pozostaje w organizmie roślinnym w zwykłej formie jako woda. Woda ta przenika całe ciało roślinne, przesiąka na wskroś wszystkie jego części, i powiedzieć można, że cała roślina składa się przeważnie z wody. Największa ilość

wody zwarta jest w młodych roślinach i wynosi czasem przeszł $^{4}/_{5}$ wagi ciała roślinnego; wraz z dojrzewaniem ilość wdy w roślinach się zmniejsza, a z wyschnięciem roślinyustają także jej czynności życiowe.

Woda zawarta w roślinie, ulega ciągłemu parowaniu, które przez pory rośliny się odbywa. Ilość wyparowanej dziennie wody jest bardzo znaczna i bywa tem większa, im suchsze powietrze, im wyższa jego temperatura i im szybszy i bujniejszy jest wzrost roślin. Jeden dobrze rozwinięty egzemplarz słonecznika np. może wyparować dziennie 1 litr wody, a przez cały okres wegetacji wyparują wody na obszarze ¼ ha:*)

żyto	208 720 litr.
pszenica	294 480 „
jęczmień	309 180 „
owies	569 440 „

Z innych doświadczeń wynika, że z gatunków naszych zbóż najmniej wody potrzebuje groch, z okopowych zaś kartofle mniej niż buraki. Widzimy więc, że roślina potrzebuje ogromnych ilości wody do życia, to też nie możemy się dziwić, jeżeli w braku wilgoci więdnie i obumiera. Ale w jaki sposób zaopatrują się rośliny w potrzebną im wodę? Otóż z atmosfery roślina nie jest w stanie jej czerpać (chyba w nieznacznej ilości) i czerpie ją prawie wyłącznie z gleby zapomocą korzeni. Skoro tylko w górnej części rośliny ubędzie wilgoci przez wyparowanie, natychmiast woda z dolnych części napływa do góry; w miarę tego zaś korzeń czerpie nowe zapasy z gleby i w ten sposób nieustannie wznosi się prąd wody w roślinie.

Woda znajdująca się w glebie nie jest jednakże czystą, zawiera ona rozpuszczone części ziemne czyli mineralne, zawiera kwas azotowy i amoniak, które pochłonęła z powietrza, zanim spadła w formie deszczu na ziemię. Wszystkie te ciała rozpuszczone w wodzie, wnikają wraz z nią przez korzenie do wnętrza roślin i, jak to zobaczymy później, są one nieodzownymi składnikami

*) Podług doświadczeń Haberlandta.

ciała roślinnego. I tak okazuje się, że woda wsiąkając w roślinę, zaopatruje ją nieomal we wszystkie potrzebne składniki, z wyjątkiem węgla, którego dostarcza atmosfera. — Woda przechodząc przez ciała roślinne rozpuszcza także utworzone przez asymilacją materje organiczne, np. cukier. W ten sposób tworzy się płyn (sok) odżywczy w roślinie, który przepływa całe jej ciało. Napływ soków jest największy w tych miejscach, które są w stadjum rośnięcia i ulegają silnemu parowaniu (jak np. pączki i wypustki); przez to nagromadzają się tamże pożywne materje, z których roślina buduje nową tkankę.

Z powodu tak przeważnego wpływu wody na wszystkie czynności życiowe roślina wegetować może tylko w temperaturze, przy której woda jest płynna. Miarodawczą jednakże dla roślin nie jest temperatura powietrza, lecz ich własna ciepłota, która, jak widzieliśmy na str. 21, może być wyższa lub niższa od otaczającego ją powietrza. Przy temperaturze niżej zera rośliny zasypiają i jeżeli przez zaschnięcie pozbawione są wilgoci, to można temperaturę dowolnie obniżyć bez szkody dla nich; mamy tu na myśli nasiona, które pod wpływem wody i ciepła budzą się znowu do życia, jak to widzieliśmy przy kiełkowaniu. Niektóre natomiast rośliny nie znoszą temperatury niżej 0°, inne zaś nawet w stanie wilgotnym, wytrzymują mróz, jak np. nasze oziminy. Skutkiem mrozu woda zawarta w roślinach zamienia się w lód. Woda jednakże krążąca w roślinach nie jest chemicznie czysta, lecz jest roztworem różnych substancyj. Roztwory zaś wodne nie zamarzają przy 0°, lecz przy niższej temperaturze, i to o tyle niższej, im więcej są stężone (skoncentrowane). Tem się tłómaczy, że oziminy i drzewa nasze znoszą niższe niż 0 stopnie temperatury i że najwięcej na zmarznięcie narażone są młode soczyste części roślin, w których z powodu wielkiej obfitości wody roztwór jest mniej skoncentrowany. Ale i zmarznięcie wody w jej wnętrzu niekoniecznie zabija jeszcze roślinę i, jeżeli odtajanie odbywa się powoli, to roślina może powrócić do życia. Dlatego w ziemi będące

części roślin, jak kłęby i korzenie okopowych, najmniej podlegają uszkodzeniu przez zmarznięcie, gdyż w ziemi nie są wystawione na szybkie działanie słońca i roztają zwolna. Jeżeli zaś ciepło szybko zacznie działać i zmarznięte części gwałtownie roztają, to w roślinie nastąpi dezorganizacja, delikatna jej budowa rozprzęże się, i roślina zmarnieje.

Pozostaje nam jeszcze kilka słów powiedzieć o **związkach chemicznych wody** z innemi ciałami. Związki te nazywają się w ogólności w o d a n a m i. I tak łączy się woda z wszystkimi prawie tlenkami, i to zarówno z zasadami jak z kwasami. Przez połączenie z wodą tlenki te przybierają dopiero wybitne własności, bądź to zasad, bądź kwasów, i dopiero w związku z wodą stanowią one właściwe zasady lub kwasy. Ponieważ najwybitniejsze cechy zasad posiada grupa ciał zwanych *alkaliami*, (które poznamy w następnym rozdziale), więc mówimy ogólnie o zasadach, że oddziałują alkalicznie czyli że posiadają r e a k c j ę a l k a l i c z n ą, t. zn. że zamieniają barwniki czerwone na niebieskie; o kwasach zaś mówimy, że oddziaływanie ich czyli reakcja jest k w a ś n ą, gdyż zabarwiają kolor niebieski na czerwony. Powiedzieliśmy wyżej, że zasady i kwasy, o ile różnią się od siebie, o tyle chętnie ze sobą się łączą. Ciało, które powstaje skutkiem połączenia się zasady z kwasem, nazywa się s o l ą. Sole nie posiadają ani własności kwasów, ani zasad, z których się składają; własności te bowiem znoszą się ze sobą, czyli neutralizują się*). Sole występują po większej części w formie kryształów i są mniej lub więcej rozpuszczalne w wodzie. Że bardzo wiele soli krystalizując może także łączyć się z wodą chemicznie (woda krystaliczna), powiedzieliśmy już wyżej.

W następującym rozdziale zapoznamy się z rozmaitemi solami, których znaczna ilość znajduje się w glebie.

---

*) Stosuje się to do soli obojętnych. Zachodzą jednakże sole, w których uwydatnia się charakter zasad i które mają słabe oddziaływanie alkaliczne (sole zasadowe); również istnieją sole, które mają własności słabych kwasów i posiadają reakcją kwaśną (sole kwaśne).

ROZDZIAŁ III.

GLEBA.

Pod nazwą gleby rozumiemy mniej lub więcej luźną warstwę ziemi, która powstała skutkiem rozkruszenia się i zwietrzenia minerałów, tworzących skalistą niegdyś skorupę ziemską. Warstwa ta, która się w ciągu wieków tworzyła, spoczywa bądź na pierwotnej skale, z której powstała (gleba pierwotna), bądź też została przez wodę spłukana i w innem miejscu osadzona (gleba napływowa). Pierwotna gleba, której pokład zazwyczaj jest miałki, znajduje się głównie w górach i na wyżynach, gdzie woda nie wylewa, podczas gdy w nizinach i dolinach napotyka się przeważnie tylko pokłady napływowe. Te ostatnie tworzyły się albo na dnie morza, które w czasach niezmiernie odległych zalewało część lądów dzisiajszych, albo też naniesione zostały przez lodowce, które w epoce t. zw. dyluwialnej*) rozchodziły się z północy i pokrywały prawie cały nasz kraj aż do Karpat. Pokłady te dochodzić mogą do niezmierzonej głębokości, w każdem miejscu jednakże, zagłębiając się we wnętrze ziemi, prędzej lub później napotykalibyśmy na skaliste podłoże, na którem warstwy ziemi spoczywają.

Utworzenie się gleby. Przekształcanie się zewnętrznej skorupy ziemskiej odbywało się stopniowo i nie-

*) Epoka dyluwialna albo d y l u w i u m (po łac. „potop“) okres historji ziemi, w którym pojawiają się pierwsze ślady człowieka.

ustannie odbywa się jeszcze pod wpływem rozmaitych czynników fizykalnych, chemicznych i biologicznych *).

Wiemy z fizyki, że zmiana temperatury wywołuje zmianę objętości wszystkich ciał. Prawu temu podlegają także minerały, ale nie wszystkie w równym stopniu; stósownie do swej natury, jedne bardziej rozszerzają się pod wpływem ciepła, inne mniej. Ponieważ skały i głazy po większej części złożone są z rozmaitych minerałów, więc pod wpływem ciepła pojedyńcze ich części nierówno się będą rozszerzały, i skutkiem tego przy częstej zmianie temperatury silne spojenie kamienia rozluźni się do tego stopnia, że utworzą się w nim niewidzialne szpary. W szpary te wsiąka woda, marznie i przez to rozszerza je znacznie, wydrąża sobie coraz większe szczeliny i zagłębienia, a ostatecznie, gdy proces ten kilkakrotnie się powtarza, skała pęka, podobnie jak pęka butelka, w której woda zamarźnie. W ten sposób skała zwolna rozsypuje się w gruzy, które tak samo następnie ulegają dalszemu rozpadaniu się. Małe okruchy skał woda zabiera z sobą i sprowadza je w doliny. Unoszone prądem wody odłamki przez tarcie szlifują i zaokrąglają się i zamieniają ostatecznie na drobne jak pył ziarnka, a skoro prąd wody zesłabnie, osiadają na dnie i tworzą warstwę gleby. W ten sposób powstaje piasek, który jest produktem jedynie powyżej opisanych sił fizykalnych czyli mechanicznych.

Lecz woda wsiąkając w szczeliny skał, działa nietylko mechanicznie, ale także i chemicznie. Chemiczny wpływ wody polega na tem, że łączy się ona z niektóremi ciałami mineralnemi i tworzy t. zw. wodany, które nadzwyczaj łatwo rozkładają się pod wpływem gazów atmosferycznych. Razem z wodą dostaje się do wnętrza skał rozpuszczony w niej kwas węglowy. Kwas węglowy łączy się z rozmaitemi zasadami (a mianowicie z wapnem) i tworzy związki zwane węglanami (np. wę-

*) Biologia obejmuje całokształt nauki o życiu, tak roślin, jak zwierząt.

glan wapnia). Związki te po części są w wodzie rozpuszczalne, to też łatwo je woda wypłukuje, a skoro to nastąpi, minerał rozpada się. Oprócz tego wnika przez szpary tlen atmosferyczny do skał, który działa oksydująco na niektóre ciała (np. żelazo) i przez to także wywołuje przemiany chemiczne w łonie kamienia. — W taki sposób pierwotny minerał zwolna rozkłada się na rozmaite ziemne ciała, które woda bądź to rozpuszcza, bądź jako miał unosi z sobą i osadza na innem miejscu. Unoszący się w wodzie miał przy zwolnionym biegu wody, stopniowo opada na dno. Rozpuszczone zaś w wodzie ciała skutkiem wyparowania wody wydzielają się z niej równocześnie, i tak tworzy się warstwa gleby złożona z drobnych, gołem okiem niedostrzegalnych cząsteczek, którą nazywamy gliną. Osadzający się z wody węglan wapnia rozdziela się w ziemi jako wapno, a pokład gleby, zawierający większą ilość wapna, nazywamy *marglem*. — Chemiczny proces zwietrzenia idzie więc dalej jak mechaniczny, gdyż zamienia minerały na mikroskopijnie drobne cząsteczki, podczas gdy w piasku chociażby najdrobniejszym, (unoszącym się jako kurz w powietrzu), pojedyńcze ziarnka (w słońcu) rozróżnić można.

Na zwietrzałych skałach pojawia się wnet życie roślinne. W drobne szczeliny skał roślina zapuszcza swe delikatne korzonki, które grubiejąc następnie dopomagają także do zluźnienia kamienia. Korzenie rośliny posiadają atoli nietylko mechaniczną siłę rozszerzania się w skale, ale działają także chemicznie, gdyż wydzielają pewien kwas roślinny, który wżera się w kamień i rozkłada go. (Można się o tem przekonać, kładąc płytę marmurową w doniczkę pod korzenie rośliny; po pewnym czasie znajdzie się wyraźny odcisk korzeni na marmurze.)

Pod wpływem wszystkich tych czynników działających przez setki tysięcy lat, skalista skorupa ziemska pokryła się rozmaitemi warstwami ziemi, które woda kolejno osadzała. Procesy te jednakże, któreśmy tu po-

jedyńczo opisali, nie odbywały się oddzielnie, lecz działały wspólnie i równocześnie, i dlatego nigdy prawie nie znajdujemy pokładów czystego piasku, gliny lub wapna, lecz w glebach naszych wszystkie te gatunki zmięszane są z sobą w rozmaitym stosunku. Stosownie zaś do tego, czy przy tworzeniu się gleby przeważały siły mechaniczne, czy chemiczne, jest ona więcej piaszczystą lub gliniastą, jeżeli zaś zawiera większą ilość wapna, to nazywamy ją marglową (lub wapnistą). W glebie proces wietrzenia minerałów bynajmniej jednakże nie jest ukończony. Odbywa on się ciągle pod wpływem powyższych czynników i w miarę tego zamienia nierozpuszczalne części gleby na rozpuszczalne w wodzie materje (węglany). W procesie tym wietrzenia skorupy ziemskiej także i człowiek bierze udział. Przewracając ziemię pługiem i krusząc ją broną, przyspiesza rolnik rozkład szczątków mineralnych zarówno przez mechaniczne rozdrabnianie ich cząstek jak i przez to, że ułatwia przystęp do nich czynników chemicznych, tj. powietrza i wody.

Wierzchnią warstwę ziemi, którą rolnik kraje pługiem, i której powierza swe zasiewy, nazywamy r o l ą lub g l e b ą właściwą, spodnią zaś warstwę p o d g l e b i e m. Orna ziemia odznacza się zwykle ciemniejszą barwą od podglebia. Pochodzi to ztąd, że oprócz szczątków mineralnych zwietrzałych skał zawiera ona szczątki roślinne, czyli organiczne. Jeżeli rośliny żyjące korzeniami swymi ułatwiają rozkład części mineralnych, to większy wpływ jeszcze wywierają na proces ów przez to, że obumarłe ich ciała pozostają w glebie. Tutaj rozkładają się i zamieniają na brunatną lub czarną masę, która stanowi t. zw. p r ó c h n i c ę czyli h u m u s. Z przebiegiem rozkładu roślin zapoznamy się bliżej przy chemicznych własnościach gleby; tutaj zaznaczymy tylko, że skutkiem rozkładu tego tworzy się wielka ilość kwasu węglowego w ziemi, który, jak widzieliśmy, znakomicie przyczynia się do wietrzenia minerałów. Części próchnicowe bądź to pozostały na miejscu swego powstania,

bądź też uniesione prądem wody, osadzały się wspólnie z mineralnymi szczątkami. Zmięszane w odpowiedniej ilości z gliną i innymi składnikami ziemi, tworzą gleby próchnicowe. Gleba zaś, w której próchnica przeważa nad innymi składnikami, nazywa się *murszem*.

Z pobieżnego tego poglądu na utworzenie się gleby widzimy, iż wierzchnia i urodzajna jej warstwa składa się z czterech głównych części, tj. piasku, gliny, wapna i próchnicy. Części te nazywają się f i z y k a l n y m i, czyli m e c h a n i c z n y m i s k ł a d n i k a m i gleby i różnią się od siebie zarówno zewnętrznym wyglądem, jak i tem, że posiadają odmienne własności fizykalne.

Własności fizykalne gleby zależne są wyłącznie prawie od zawartej w niej ilości wyżej wymienionych składników. Nietylko wierzchnia warstwa jednakże, ale również i skład podglebia odgrywa ważną rolę przy funkcjach fizykalnych gleby, a oprócz tego nie bez wpływu jest także położenie miejscowe ziemi i pochylenie jej powierzchni. Z własności fizykalnych najważniejsze są te, które polegają na zachowaniu się gleby wobec wpływów wody, ciepła i powietrza.

1) Gleba składa się z grubszych i drobniejszych cząsteczek, nie tak szczelnie ze sobą spojonych, by między niemi nie pozostawały miejsca próżne i szczeliny nader drobnych rozmiarów. Szczelinki te czyli pory łączą się z sobą i tworzą sieć delikatnych rurek, zwanych naczyniami włoskowatemi lub kapilarnemi. Skoro warstwa gleby dostatecznie zostanie zwilżoną, to pory napełniają się wodą i pewną jej ilość pochłaniają czyli zatrzymują między sobą, resztę zaś oddają głębszym warstwom. Im mniejsze i delikatniejsze są pory ziemi, tem większą mają siłę zatrzymywania wody, natomiast większe próżnie stosunkowo mniejszą ilość wody zatrzymać są zdolne, (gdyż łatwiej oddają ją dolnym warstwom). Im zaś więcej przeważają drobne cząsteczki w glebie, tem mniejsze zostawiają między sobą próżnie, i tem większa jest ilość rurek włoskowatych w glebie. Dlatego też glina posiada znacznie większą zdolność

pochłaniania (zatrzymywania) wody czyli większą pojemność względem wody niż piasek, największą zaś pojemnością odznacza się próchnica. Im więcej więc gleba zawiera gliny, a zwłaszcza próchnicy, tem większą ma siłę pochłaniania wody. U wapna własność zatrzymywania wody jest zależna od rozmiarów pojedyńczych jego cząstek; to samo odnosi się i do piasku.

Następujące zestawienie podaje, ile wody każdy z składników gleby zdolny jest pochłonąć (procenta obliczone są w stosunku do własnej wagi ciał):

piasek	25%
wapno	29%
glina	70%
próchnica	180%

Pojemność względem wody jest bardzo ważną własnością fizykalną gleby, gdyż od niej w wysokim stopniu zalneżna jest jej urodzajność. Do uprawy zboża najkorzystniejsze są gleby, które są średnio wilgotne i mogą pochłonąć około 60% wody, przy większym stopniu wilgotności gleba stósowna jest na łąkę. Ziemie zbyt suche nie nadają się do uprawy rolnej i najodpowiedniej zagaić je iglastemi drzewami.

Gdy wierzchnia warstwa ziemi nasycona jest wodą, tak iż pory jej więcej zatrzymać nie mogą, wtenczas dalsza ilość wody przesiąkać zacznie w dolne warstwy (podglebie). Przesiąkanie wody przez rozmaite warstwy ziemi odbywa się z nierówną szybkością i stósownie do tego rozróżniamy gleby więcej lub mniej *przepuszczalne*. Pod tym względem różnią się także gleby piaszczyste od gliniastych, przez pierwsze bowiem woda łatwo przesiąka, gdy tymczasem glina bardzo powoli przepuszcza wodę. Najlepsze są gleby z średnią zawartością gliny, które są łatwo przepuszczalne, lecz zarazem posiadają znaczną siłę pochłaniania wody. Piasek nietylko dolnym warstwom szybko oddaje wilgoć, ale również szybko

pozbywa się jej przez parowanie; znacznie mniej wody przez parowanie traci glina a najmniej próchnica*).

Skoro wierzchnia warstwa ziemi skutkiem parowania wody wyschnie, wtenczas naczynia kapilarne pełnią funkcją przyciągania wilgoci z dolnych warstw i rozdzielania jej w glebie. Polega to na znanem prawie fizykalnem o kapilarności czyli włoskowatości ciał, i dlatego zdolność podnoszenia się wilgoci w glebie nazywa się jej siłą kapilarną (włoskowatością) czyli podsiąkaniem. Najwyżej wznosić się może woda w tych ziemiach, które mają najdrobniejsze naczynia włoskowate, a więc w glinie, gdzie woda podsiąka do 1½ metra, w piasku zaś nie wyżej niż ½ metra. Szybkość podsiąkania stoi w odwrotnym stosunku do jego wysokości, gdyż najszybciej wznosi się woda w piasku, najwolniej zaś w glinie i próchnicy. Dlatego też glina wysycha tylko na powierzchni, a ponieważ bardzo wolno przyciąga wilgoć z dołu, więc spodem pozostaje przez długi czas mokrą. Jeżeli wierzchnią warstwę gleby zluźnimy, np. przez órkę lub bronowanie, wtenczas naczynia włoskowate w niej zostają zniszczone i skutkiem tego traci ona związek kapilarny z dolną warstwą i wysycha, spodnia zaś warstwa pozostaje wilgotna. Natomiast w ściśle uwałowanej powierzchni gleby nagromadza się wilgoć z głębszych warstw, przez co jednakże dolne warstwy pozbywają się wilgoci. Dlatego też, chcąc przyspieszyć kiełkowanie ziarna, wałujemy ziemię, natomiast jeżeli korzenie roślin potrzebują wilgoci, możemy przez bronowanie lub gracowanie zapobiec wysychaniu spodnich warstw.

Skoro glina nasycona jest wodą, tworzy lepką i mażącą się masę, przy większej ilości wody pory jej rozszerzają się, i glina powiększa swą objętość czyli pęcznieje. Po wyschnięciu powraca do dawnej objętości

---

*) Parowanie zależne jest także od rodzaju powierzchni. Gładka powierzchnia mniejszą ilość wody wyparuje niż chropowata, dlatego role zbronowane mniej wysychają, niż pozostawione w surowej skibie.

i zamienia się na bryłę twardą jak kamień. Również niekorzystne własności posiada próchnica, która w większym jeszcze stopniu rozszerza się czyli pęcznieje pod wpływem wilgoci. Zmiany te objętości ziemi są bardzo niekorzystne, gdyż przy gwałtownem wysychaniu powierzchnia pęka i tworzą się szpary w ziemi; skutkiem tego korzonki roślin zostają rozerwane lub obnażone, co przyczynia się do wyschnięcia lub do wymarzania roślin. Piasek i wapno nie posiadają tych ujemnych własności, wapno mianowicie odznacza się tem, że zmoczone wodą pozostaje kruche*).

Streściwszy to wszystko, cośmy o wilgoci gleby powiedzieli, widzimy, że gleby gliniaste i próchnicowe zazwyczaj są mokre, podczas gdy piaszczyste wystawione są na suszę. Im głębsza zaś jest rodzajna (obfita w próchnicę) warstwa gleby, tem większy wogóle ma ona zapas wilgoci. Oprócz tego jednakże stan wilgoci w ziemi w wysokim stopniu zależny jest od **podglebia**. Jeżeli podglebie bowiem jest zanadto przepuszczalne, to przyspiesza ono wysychanie gleby, przy nieprzepuszczalnem zaś podglebiu nawet piaszczysta ziemia staje się za mokrą. Nieprzepuszczalne gleby są tem więcej wystawione na mokrość, im więcej płaska jest ich powierzchnia, gdyż woda deszczowa wtenczas utrudniony ma odpływ. Gleby nieprzepuszczalne są wielce niekorzystne do uprawy, ponieważ powietrze za mało ma do nich przystępu, co zarówno ujemny wpływ wywiera na życie roślin jak i na fizykalne i chemiczne własności gleby, dlatego też najważniejszą melioracją na ziemiach mokrych jest osuszenie ich przez drenowanie.

2) **Ciepłota gleby** ma bardzo ważny wpływ na urodzajność i dlatego własność ogrzewania się ziemi stanowi jednę z najważniejszych jej funkcji fizykalnych. Od ciepłoty gleby przedewszystkiem zależny jest czas zasiewu na wiosnę, niemniej i czas dojrzewania uprawia-

---

*) Dlatego gleby wapniste nie są tak wrażliwe na mokrą uprawę, jak inne grunta.

nych roślin*). Głównem źródłem ciepła dla naszej ziemi są promienie słoneczne. Siła promieni słonecznych jest tem większa, im więcej kąt, pod jakim padają na ziemię, zbliża się do kąta prostego. To też najsilniej grzeje południowe słońce, a najlepiej ogrzewają się gleby pochylone ku południowi; najniekorzystniejszy zaś pod względem ciepła jest spadek ku północy. Działanie promieni słonecznych jest dalej zależne od koloru ciał, na jakie padają. Ciała jasnego koloru odbijają promienie słoneczne i potrzebują dłuższego czasu do ogrzania się niż ciemne ciała, które im ciemniejsze, tem chciwiej pochłaniają promienie światła. Dlatego ciemno zabarwione gleby przez równy przeciąg czasu o wiele silniej rozgrzewają się pod wpływem słońca, niż gleby jasne.

Niezależnie od wpływu zabarwienia ciał na pochłanianie promieni słonecznych zdolność ogrzewania się rozmaitych substancyi jest także nierówna. Żywe srebro np. tą samą ilością ciepła ogrzewa się 30 razy silniej, niż woda. Jeżeli ta ilość ciepła, która potrzebna jest do ogrzania wody o 1° stopień równa się 1, to ilość ciepła, aby ogrzać żywe srebro o 1°, jest równa $^1/_{30}$. Liczby te wyrażają zdolność pochłaniania ciepła czyli t. zw. specyficzne ciepło. Im wyższe jest specyficzne ciepło jakiej substancji, tem więcej ciepła musi ona pochłonąć, aby się ogrzać. W poniższej tabliczce wymienione są pojedyncze składniki gleby i ich specyficzne ciepło. Aby je zastosować do ziemi, musimy je zredukować do pewnej przestrzeni czyli objętości, i dlatego w drugiej kolumnie liczb podany jest ciężar gatunkowy ciał; przez pomnożenie pierwszej liczby z drugą osiągamy specyficzne ciepło podług objętości ciał**).

---

*) Na zbyt ciepłych glebach (wapnistych, piaszczystych) rośliny szybciej dojrzewają, ale skutkiem krótszej wegetacji mniejszy wydają sprzęt.

**) Cięzar gatunkowy (specyficzny) ciał wyraża ich ciężar rzeczywisty, porównany z ciężarem tej samej ilości wody, przyczem ciężar gatunkowy wody przyjęty jest jako = 1.

W poniższym przykładzie interesującem jest, że specyficzne ciepło stoi w otwrotnym stosunku do specyficznej wagi ciał, tj im mniejsze jest to ostatnie, tem większe jest pierwsze.

	Specyficzne ciepło (podł. ciężaru)		Ciężar gatunkowy		Zdolność pochłan. ciepła (podł. objętości)
Piasek	0,196	×	2,64	=	0,517
Wapno	0,214	×	2,74	=	0,582
Glina	0,233	×	2,2	=	0,513
Próchnica	0,477	×	1,26	=	0,601
Woda	1	×	1	=	1

Widzimy w ostatniej kolumnie, że składniki ziemi pod względem zdolności ogrzewania się zbytnio od siebie się nie różnią. Znacznie trudniej jednakże, niż wszelkie gatunki gleby, ogrzewa się woda, która blizko dwa razy tyle ciepła do ogrzania potrzebuje co ziemia a oprócz tego parując ciągle w glebie zużywa także jeszcze znaczną ilość ciepła. Z tego powodu mokre gleby są zawsze zimne, a drenowane grunta o kilka stopni cieplejsze, niż przed drenowaniem. Mokra gleba jednakże wolno się także oziębia i dla tego chroni przed zbyt gwałtowną zmianą temperatury. Najszybciej oziębiają się czyli stygną role czarne, a więc próchnica, a z drugiej strony piasek, który również szybko pozbywa się ciepła. Korzystne jest dla piaszczystej gleby, że skutkiem tego obfita rosa osiada na niej, ale wystawiona ona jest za to na przymrozki nocne, tak samo jak gleby próchnicowe. Wapno odznacza się tem, że silnie się ogrzewa i wolno się oziębia.

W glebie tworzy się także ciepło skutkiem rozmaitych procesów chemicznych, które polegają na oksydacji. Ponieważ rozkład ciał organicznych (mierzwy, próchnicy) w ziemi polega także na procesie oksydacji, więc uwalnia się przytem znaczna ilość ciepła, z którego robimy użytek np. przy inspektach, dając roślinom gruby podkład mierzwy. Oprócz tego ziemia posiada własne źródła ciepła w swem wnętrzu, ale objawia się ono dopiero w głębokości 30 cm., tak iż na powierzchni w rachubę wchodzić nie może.*) — Średnia

*) Podług spostrzeżeń paryskiego obserwatorjum termometr znajdujący się 26 m. pod powierzchnią ziemi pokazuje od 1783 r. stale 11,82° C.

roczna temperatura w górnej warstwie ziemi jest przeciętnie o 20—22° C. wyższa, niż temperatura powietrza.

3) Co do zachowania się gleby względem gazów atmosferycznych, to ziemia ma własność pochłaniania (absorbowania) niektórych gazów z powietrza, które kondensuje czyli zgęszcza na swej powierzchni. Mianowicie kwas węglowy zostaje w znacznej ilości pochłaniany, w mniejszym stopniu także i amoniak; największą ilość amoniaku pochłonąć może próchnica. Dalej kondensuje gleba na swej powierzchni parę wodną z powietrza. Zdolność tę posiada także w najwyższym stopniu próchnica, czysty zaś piasek wcale nie może pochłaniać wilgoci*).

Dostateczny przystęp powietrza do pojedyńczych cząsteczek gleby czyli jej przewiewność odgrywa niezmiernie ważną rolę. Przyspiesza ona bowiem procesy utleniające w ziemi, niemniej i kiełkowanie roślin, a przedewszystkiem rozkład ciał organicznych i mineralnych, a więc także i nawozów, które dajemy glebie. Szkodliwe własności gleby mokrej polegają głównie na tem, że woda, wypełniając wszelkie pory i próżne miejsca w glebie, nie dopuszcza przystępu powietrza (tlenu), potrzebnego do powyższych procesów i do procesu utleniania (oddychania), który się odbywa w korzeniach roślin. Gleby takie skutkiem braku powietrza stają się kwaśne a drenując je, przyczyniamy się zarazem do ich przewietrzenia i odkwaszenia. Gleba jest tem więcej przewiewna, im luźniejsza jest, a tem mniej, im bardziej spoiste są jej cząstki.

4) Pod względem spójności czyli zwięzłości gleby, to piasek i glina stanowią dwa ekstrema. Piasek bowiem jest zawsze luźny, glina zaś, zarówno sucha jak mokra,

---

*) Ciała, które chciwie pochłaniają wilgoć z powietrza (jak np. próchnica), nazywają się ciałami hygroskopijnemi. Niektóre sole, jak kainit lub sól kuchenna, są tak hygroskopijne, że mogą one, w niektórych warunkach użyte, także i pod tym względem skutecznie na roślinność oddziałać.

odznacza się wielką spójnością swych cząstek*). Średnią spójność posiadają wapno i próchnica. Własności te zostają także w związku z kapilarnością czyli włoskowatością gleby, i zarówno jeden ekstrem jak drugi nie jest dla uprawy korzystny. Pozatem spoista gleba ma tę niedogodność, że utrudnia uprawę i wymaga większej siły pociągowej i silniejszych narzędzi do uprawy, i dlatego nazywamy ją glebą c i ę ż k ą w przeciwieństwie do l e k k i e j — piaszczystej gleby. Niekorzystne te własności gleby możemy złagodzić przez nadanie jej dobrej s t r u k t u r y mechanicznej. Polega ona na takim układzie cząsteczek ziemi, że nie leżą one pojedyńczo obok siebie, lecz grupują się w większe cząstki i grudki zwane gruzłami lub gruzełkami. Struktura gruzełkowa jest bardzo korzystna dla fizykalnych funkcji gleby i dla wegetacji roślin, gdyż reguluje przystęp powietrza i stan wilgoci i nietylko zmniejsza spoistość ziemi gliniastej, ale nadaje ziemi piaszczystej większą zwięzłość. Struktury takiej nabiera gleba przez obecność próchnicy, i to zarówno gleba piaszczysta, jak gliniasta; na obu więc gatunkach gleby próchnica działa bardzo korzystnie i poprawia stan fizykalny ziemi. Jeszcze większy wpływ na korzystną strukturę ziemi wywiera wapno; mianowicie na glebie ciężkiej gliniastej działanie wapna pod tym względem jest nieocenione. Na ziemi lekkiej znakomicie skutkuje margiel, który dostarcza jej zarazem części gliniastych.

Przedewszystkiem jednakże strukturę gruzełkowatą osięgamy zapomocą mechanicznej uprawy roli i strukturę tę uważać należy za warunek dobrej uprawy. Struktura gruzłowata gleby może być zniszczoną przez gwałtowne deszcze i zbytnią wilgoć. Jeszcze gorzej, jeżeli zbyt mokrą glebę uprawiamy; gruzełki ziemi

---

*) Na spulchnienie gleby gliniastej najlepiej działa wpływ mrozu, którego niczem innem zastąpić nie można. Dlatego ważnem jest, aby glebę taką zorać na zimę i pozostawić w surowej skibie. Wtedy woda wnika w liczne szczeliny i zagłębienia, utworzone pługiem, i naprzemian marznąc i topniejąc, rozsadza cząsteczki gliny.

wtedy się rozmażą i rozpłyną, pory i rurki kapilarne zasklepią się, i gleba popada w bardzo niekorzystny stan fizykalny.*) Również zniszczyć można gruzłowatą strukturę przez rozpylenie ziemi skutkiem zbyt częstej órki lub bronowania. Ziemia wtedy staje się luźna jak proch, jeżeli jest sucha, a gdy przemoknie, zlewa się i zeskorupia, i w jednym i drugim wypadku nabiera wielce ujemnych własności fizykalnych. Także i niektóre sole, np. sole potasowe, a szczególnie saletra chilijska, w większej ilości użyte, niekorzystnie działają na strukturę gleby gliniastej. Przywrócić glebie strukturę gruzełkową możemy przez staranną uprawę przy pomocy sił przyrody a więc przez stósowne prace mechaniczne, wykonane w właściwym czasie i przy odpowiednim stopniu wilgoci.

5) Z przeglądu fizykalnych funkcji mogliśmy się przekonać, że żaden ze składników gleby sam nie posiada korzystnych warunków do wegetacji roślin, lecz dopiero przez wspólne działanie w glebie równoważą i uzupełniają się one wzajemnie, a każdy z nich ma ważną rolę do spełnienia. To też gleba, w której nie dostaje lub zbytnio przeważa jeden z tych składników, nie może mieć korzystnego stanu fizykalnego. Zatem g l i n i a s t a gleba jest ciężka do uprawy, przytem zimna i mokra, bo nieprzepuszczalna. Gleba p i a s z c z y s t a zaś ma wręcz przeciwne własności, jest zbyt łatwo przepuszczalna, dlatego za sucha, przytem lekka do uprawy i ciepła. Im grubsze są części, z których się składa piasek, tem mniej nadaje się on do uprawy rolnej, im drobniejsze zaś jego cząstki, tem więcej gleba z niego utworzona własnościami swemi zbliża się do gleb gliniastych. Gleba t. zw. g l i n k o w a to jest z średnią zawartością gliny i przewagą (miałkiego) piasku, ma znakomite własności fizykalne i jest najwdzięczniejszym warsztatem rolniczym. Dość dobre warunki fizykalne posiada gleba m a r g l o w a za-

---

*) Przy przerabianiu gliny na rozmaite wyroby mięsza się jej pojedyńcze cząstki przez ugniatanie i urabianie z wodą, aby osiągnąć wiekszą spoistość czyli plastyczność gliny.

wierająca stosowną ilość wapna. Gleba *w a p n i s t a* zaś jest zbyt sucha i ciepła, a przy nadmiernej ilości wapna nieurodzajna. Bardzo korzystnie pod względem fizykalnym działa odpowiednia przymieszka próchnicy w ziemi, natomiast przy nadmiernej ilości próchnicy gleba — *m u r s z o w a* — staje się gąbczasta, mokra i zimna.

Gleby z niekorzystnym stanem fizykalnym staramy się ulepszyć przez *m e l i o r a c j ą*. Najpierwszą melioracją na ziemi mokrej powinno być osuszenie jej przez drenowanie; jeżeli zaś gleba ma nieodpowiedni skład fizykalny, to można ją zmeljorować przez dodanie składnika, którego w dostatecznej ilości nie zawiera, np. przez dodanie marglu lub gliny na ziemi lekkiej lub przykrycie murszu piaskiem. Na ziemi takiej pożądanem jest, żeby składnik, którego uprawnej warstwie roli nie dostaje, przeważał w podglebiu; wtenczas podglebie łagodzi niekorzystne własności górnej warstwy, i nieraz przez pogłębienie órki osiąga się polepszenie stanu fizykalnego gleby. Bardzo znacznie można poprawić warunki fizykalne roli przez *n a w o ż e n i e* mianowicie wapnem, jeżeli go potrzeba, lub mierzwą stajenną i zielonymi nawozami, tam gdzie za mało jest próchnicy. Są jednakże niektóre inne nawozy, które niekorzystnie mogą oddziałać pod względem fizykalnym.

Największy wszakże wpływ na stan fizykalny roli wywiera *u p r a w a m e c h a n i c z n a*. Przewracając i mięszając ziemię zapomocą różnych narzędzi rolniczych, utłaczając i ścieśniając ją lub wzruszając jej powierzchnię w różnych porach roku, czyniąc to rzadziej lub częściej, płyciej czy głębiej, zmieniamy odpowiednio jej przewiewność, wilgotność, ciepłotę i strukturę. Starać się więc należy o to, aby sposób uprawy, wybór potrzebnych do niej narzędzi i właściwego dla robót czasu nie odbywał się bezmyślnie i szablonowo, lecz zastosowany był do rodzaju gleby, tj. do jej składu fizykalnego.

Kończąc opis fizykalnych własności gleby, zaznaczamy jeszcze, że są one główną podstawą jej urodzajności, gdyż one decydują o zasobach ciepła, wilgoci i po-

wietrza w roli, tj. o czynnikach, od których w pierwszym rzędzie zależne jest życie roślinne. Zwracając się teraz do składników chemicznych, zapoznamy się zarazem z procesami chemicznymi, odbywającymi się w glebie czyli z jej **własnościami chemicznemi.** Własności te polegają już to na wietrzeniu mineralnych szczątków w glebie, już też na rozkładzie ciał roślinnych (organicznych), który się odbywa z współudziałem bakterji. Procesy te przedstawimy przy opisie składników mineralnych i organicznych, zapoznamy się przytem z działalnością drobnoustrojów w glebie, a następnie przejdziemy do najważniejszej własności chemicznej, t. j. do objawów absorbcji w glebie.

Składniki mineralne. W skład gleby wchodzą przeważnie te same pierwiastki, które składały pierwotną skalistą skorupę ziemi.

Pierwiastek, który tworzy większą część ziemi ornej, jest krzem *(Si)*, metaloid, który obok tlenu jest najwięcej rozpowszechniony w naturze. W stanie wolnym jednakże krzem nie znajduje się nigdzie, można go chyba otrzymać tylko za pomocą chemicznej analizy. W przyrodzie zawsze zachodzi w związku z tlenem jako krzemionka czyli kwas krzemowy *(SiO^2)*. Każda gleba (oprócz murszowej) w głównej części składa się z kwasu krzemowego i przeciętnie zawiera go 78%. Krzemionka skrystalizowana tworzy znany ogólnie minerał, zwany *krzemieniem* lub kwarcem, który się tem odznacza, że jest bardzo twardy i ztąd bardzo trudno ulega zniszczeniu. Pod wpływem sił mechanicznych jednakże rozkruszony zostaje na mniej lub więcej drobne cząstki, które tworzą *żwir, piasek* lub *szczerk.* Dalszemu zwietrzeniu kwarc nie ulega wcale, gdyż żaden z opisanych poprzednio czynników chemicznych nie oddziałuje na niego. Piasek, który się składa z samego krzemienia, jest zupełnie nieurodzajny; zwykle jednakże zawiera piasek także i niezwietrzałe cząstki niektórych innych minerałów, które, rozkładając się w ziemi, dostarczają roślinom potrzebnych im składników.

Krzemionka czyli kwas krzemowy, skrystalizowany jako kwarc, nie łączy się z żadnym pierwiastkiem. Oprócz tego znajdujemy jeszcze w ziemi kwas krzemowy w innej formie, tj. w związku z zasadami, czyli z tlenkami metali, z którymi tworzy sole nierozpuszczalne w wodzie, zwane krzemianami.

Najważniejszy i najwięcej rozpowszechniony z tych metali, które w połączeniu z kwasem krzemowym znajdują się w ziemi, jest glin *(Al)*. Nie zachodzi on wprawdzie w tak wielkiej ilości w glebie, jak krzem, ale ma zato o tyle większe dla rolnictwa znaczenie, że tworzy główną masę mikroskopijnych cząsteczek ziemi, zwanej miałem, która jest niejako źródłem urodzajności gleby. Glin w stanie wolnym jestto metal koloru srebra, nadzwyczaj lekki, którego używa się do rozmaitych wyrobów. Metal ten również nie zachodzi w wolnym stanie, lecz tylko w połączeniu z tlenem jako glinka (Al^2O^3). Glinka złączona z kwasem krzemowym tworzy krzemian glinki, który w połączeniu z wodą znajduje się w ziemi jako *glina*. Przez palenie gliny możemy wypędzić z niej chemicznie związaną wodę, a glina wtenczas zmienia swe własności fizykalne i przybiera odmienną formę (cegła). Czysty krzemian glinki (w związku z wodą), który jednakże bardzo rzadko się spotyka, jestto zupełnie biała masa zwana *kaoliną*, czyli glinką porcelanową (ogniotrwałą), z której wypalają porcelanę. W zwykłej naszej glinie znajdują się jeszcze tlenki innych metali, które po części także złączone są z kwasem krzemowym jako krzemiany. Są to przedewszystkiem soda, czyli tlenek sodu (Na^2O) i potaż, czyli tlenek potasu (K^2O), które należą do zasad zwanych alkaliami. Z tych najwięcej znaczenia ma dla nas potaż, który w następującym rozdziale poznamy jako ważny składnik roślin. Oprócz tego zawiera glina zawsze dość znaczną przymieszkę tlenniku żelaza, skutkiem czego jest mniej lub więcej żółto (lub czerwonawo) zabarwiona.

Żelazo *(Fe)* tworzy z tlenem dwa połączenia, tj. tlenek żelaza *($Fe^2 O^2$)* i tlennik żelaza *($F^2 O^3$)*. W każdej nieomal glębie zawarte jest żelazo w obudwu formach. W mokrej i spoistej ziemi, gdzie powietrze mało ma przystępu, przeważa tlenek, który w większej ilości jest szkodliwy dla roślin; znajduje on się nieraz w podglebiu i nadaje mu koloru szaro-niebieskawego. W glebie suchej i dobrze przewietrzanej tlenek oksyduje się i zamienia na tlennik żelaza; skoro atoli w glebie (z powodu mokrości) nastąpi brak tlenu atmosferycznego, wtenczas tlennik żelaza — skutkiem działania pewnego rodzaju bakteryi — odtlenia się i przechodzi znowu w formę tlenku. Tlenek żelaza występuje w glebie w związku z krzemionką i innymi kwasami tworząc z nimi sole żelazawe; gleby kwaśne i murszowe (żelaziste) posiadają często znaczną ilość związków tlenku żelaza, i to jest powodem ich nieurodzajności. Bardzo korzystnie działa wtenczas wapno, które łącząc się z tlenkiem żelaza czyni go nierozpuszczalnym i dla korzeni roślin nieprzystępnym. Tlennik żelaza zaś łączy się również z niektórymi kwasami i tworzy z nimi sole żelazowe, lecz nieraz także w wolnym stanie występuje w ziemi, albo też w połączeniu z wodą jako wodan tlenku żelaza; w tej ostatniej formie znany jest ogólnie jako *rdza*. W glebie znajdujemy czasem w pewnej głębokości cienką warstwę zbitej masy, zupełnie nieprzepuszczalną; jest to warstwa t. zw. *ortsteinu,* który się tworzy skutkiem zcementowania cząstek ziemi przez wodan tlenku żelaza*).

Widzieliśmy wyżej, że cały szereg zasad łączyć się może z krzemionką; związki krzemionki czyli krzemiany są nieraz bardzo skomplikowane, gdyż krzemionka może

---

*) Woda studzienna zawiera nieraz sole żelazawe w obfitości. Ponieważ sole te są w wodzie rozpuszczalne, więc woda taka jest przezroczysta, dopóki jest w głębi, skoro jednakże na powierzchni zetknie się z powietrzem, staje się mętna; pochodzi to stąd, że sole żelazawe utleniły się na wodan tlenku żelaza, który jest w wodzie nierozpuszczalny i osadza się w niej w formie brunatnych kłaczków.

równocześnie łączyć się z kilkoma metalami. Z takich to krzemianów rozmaitych — i z kwarcu — składały się wszystkie pierwotne minerały, z których powstała gleba a najważniejsze z nich są *skalenie* czyli *feldszpaty*. Krzemiany występują także w połączeniu z wodą krystaliczną i wtenczas tworzą grupę minerałów, zwanych *zeolitami**). Zeolity jednakże nie należą do pierwotnych minerałów, lecz są już produktem przemiany tychże. Przypuszczamy, że drobne cząsteczki skaleni (feldszpatów) wietrzejąc w glebie, zamieniają się także na zeolity, które następnie pod wpływem kwasu węglowego nadzwyczaj łatwo się rozkładają. Ostatecznym produktem zwietrzenia feldszpatu jest krzemian glinki, z którego przeważnie składa się glina, inne zaś zasady w formie rozpuszczalnej odłączają się od niego i służą za pożywienie dla roślin**). Rośliny bowiem mogą tylko te substancje przyjmować na pokarm, które są rozpuszczalne w wodzie i razem z nią pochłonięte zostają przez korzenie. To też urodzajność gleby zależna jest od tego, czy proces zwietrzenia tak daleko w niej postąpił, aby mógł dostarczyć roślinom dostateczną ilość rozpuszczalnych substancyi.

Proces wietrzenia minerałów odbywa się głównie pod wpływem kwasu węglowego, który razem z wodą dostaje się do wnętrza ziemi i z rozmaitemi zasadami tworzy związki (sole), zwane w ę g l a n a m i. Do zasad, które w pierwotnych minerałach złączone były z kwasem krzemowym, należy także w a p n o *(CaO)*; jestto tlenek wapnia *(Ca)*, metalu, który w stanie wolnym nigdy nie zachodzi. Kwas węglowy ma tak wielkie powinowactwo z wapnem, że przy procesie zwietrzenia większa część tegoż połączyła się z kwasem węglowym

---

*) Nazwa „zeolit" oznacza gotujący się kamień i pochodzi ztąd, że przy prażeniu tych minerałów woda krystaliczna uchodząc z nich wywołuje pewne wzburzenie.

**) Przy rozkładzie krzemianów uwalnia się także czysta krzemionka n i e k r y s t a l i c z n a, która jest w wodzie rozpuszczalna i łączyć się może z zasadami w ziemi.

i utworzyła węglan wapnia *(CaO. CO^2)*, stanowiący jeden z głównych składników ziemi. To też w naturze wapno znajduje się przeważnie jako węglan wapnia, który występuje w rozmaitych odmianach jako *marmur, kreda* lub *wapniak* (kamień wapienny) i tworzy olbrzymie pokłady w łonie ziemi. W roli naszej jakkolwiek w małej ilości się znajduje, jest on nadzwyczaj subtelnie rozdzielony i ściśle zmięszany z cząstkami gleby; pochodzi to ztąd, że węglan wapnia wydzielał się z wody (morskiej), w której był rozpuszczony, a którą przesiąknięte były osadzające się warstwy ziemi. W ten sposób utworzyły się pokłady *marglu*, który zawiera najmniej 10% węglanu wapnia i odznacza się korzystnemi własnościami fizykalnemi. Margiel wapnisty zawierający ponad 50% węglanu wapnia i wszelkie gleby wapniste powstały przez zwietrzenie wapniaka (kamienia wapiennego) lub obfitych w wapno minerałów; gleby te w nizinach zachodzą bardzo rzadko, częściej trafiają się w górskich okolicach. — Węglan wapnia jest wprawdzie w czystej wodzie nierozpuszczalny, rozpuszcza się natomiast w wodzie zawierającej kwąs węglowy; to też bardzo łatwo zostaje on wypłukany z górnej warstwy, i przez to nawet gleba z natury wapnista staje się z czasem ubogą w wapno.

Oprócz wapna zachodzi w ziemi zawsze tlenek magnezu czyli m a g n e z j a *(Mg O)* w związku z kwasem węglowym jako węglan magnezu. Związek ten jest podobny do węglanu wapnia, i do pewnego stopnia może go zastąpić, nie dorównuje mu jednakże pod względem wpływu na stan fizykalny gleby. Również i tlenki metali alkalicznych, tj. s o d u *(Na)* i p o t a s u *(K)*, których tlenki (soda i potaż) zwane są alkaliami, zachodzą w małej ilości jako węglany w glebie; węglany te sodu i potażu są bardzo łatwo rozpuszczalne w wodzie.

Poznaliśmy więc najważniejsze związki mineralne, które w glebie zachodzą i pierwiastki, z których one się składają. Są to z jednej strony metaloidy, które w połączeniu z tlenem tworzą k w a s y, jak kwas krzemowy

i kwas węglowy, a z drugiej strony metale, które utlenione stanowią z a s a d y, mianowicie: glinkę, wapno, magnezją, potaż, sodę, tlenek i tlennik żelaza. Dodaćby można jeszcze tlenek manganu *(Mn O)*, który jest nieodstępnym towarzyszem żelaza. Zasady te są złączone po większej części z jednym z powyższych dwóch kwasów jako krzemiany lub węglany; oprócz tego zachodzą one także w połączeniu z innymi kwasami. W glebie bowiem znajdują się w nadzwyczaj małych ilościach jeszcze trzy metaloidy, tj. fosfor *(P)* jako k w a s f o s f o r o w y *($P^2 O^5$)*, siarka *(S)* jako k w a s s i a r k o w y *(SO^3)* *) i chlor *(Cl)* jako k w a s s o l n y *(HCl.)*. Kwasy te nie występują w wolnym stanie, lecz w związku z zasadami w glebie i tak np. kwas siarkowy z żelazem jako siarkan żelaza, z wapnem i wodą jako siarkan wapnia czyli *gips*, kwas solny z sodem jako chlorek sodu czyli *sól kuchenna*. Najważniejszy z nich kwas fosforowy zachodzi w związku z wapnem, żelazem, lub glinką, z którymi tworzy sole zwane fosforanami. — Oprócz wymienionych przez nas znajdują się jeszcze ślady niektórych innych pierwiastków w glebie, ale obecność ich jest tylko przypadkowa i ani jako składniki gleby, ani jako pokarm dla roślin znaczenia nie mają. Podaliśmy tu wogóle tylko najgłówniejsze związki chemiczne, znajdujące się w każdej glebie. Zważywszy jednakże, że każdy z wymienionych wyżej kwasów może się łączyć z rozmaitemi zasadami, zrozumiemy, jak różnorodne związki chemiczne w glebie znajdować się mogą.

Składniki organiczne. Oprócz części mineralnych ziemia orna składa się także z roślinnych czyli organicznych szczątków, które tworzą w ziemi próchnicę (humus). Ciała roślinne, pozostałe w ziemi, ulegają rozkładowi przez butwienie i gnicię. Rozkład ten podobny jest do procesu powolnego palenia, gdyż polega także na

---

*) Tlenek siarki (SO^3) i tlenek fosforu (P^2O^5), które tutaj nazywamy kwasami, dopiero w związku z wodą tworzą rzeczywiste kwasy, tj. kwas siarkowy ($H^2O. SO^3$) i kwas fosforowy ($3H^2O\ P^2O^5$); por. Rozdział II str. 33.

tem, że tlen z atmosfery łączy się z węglem i wodorem, (zawartymi w materji organicznej), i tworzy kwas węglowy i parę wodną. Butwienie i gnicie atoli różni się o tyle od zwykłej oksydacji, że odbywa się pod wpływem drobnoustrojów czyli bakterji, które gnieżdżą się na obumarłej roślinie i jako pasorzyty jej ciałem się żywią. Żyjątka te wydzielają z siebie kwas węglowy i parę wodną i, jeżeli jest dostateczny przystęp powietrza (tlenu), to z czasem całe ciało roślinne rozłożone zostaje na te lotne substancje, (z których przeważnie powstało). Proces ten nazywa się butwieniem a skutek jego jest ten, że materja organiczna zostaje utleniona i zupełnie rozłożona. Zanim to jednakże nastąpi, przechodzi ona różne stopnie rozkładu i przez ten czas zamienia się na próchno ciemnego koloru, które nazywamy *próchnicą*. Jeżeli zaś tlen atmosferyczny, czyli powietrze, wcale nie dochodzi lub utrudniony ma przystęp, wtenczas odbywa się nieco odmienny proces, który nazywamy gniciem. I tutaj wprawdzie bakterje produkują kwas węglowy i parę wodną, ale do utworzenia ich zużywają one tlen zawarty w organicznej materji, które się przez to odtlenia. Ilość tlenu nie wystarcza tu jednakże, aby całe ciało roślinne zamienić na kwas węglowy i wodę. Dlatego też przy procesie gnicia rozkład materji organicznej jest niezupełny, gdyż tylko pewna jej część ulatnia się w formie gazów, pozostała zaś reszta zamienia się także na próchnicę.*) Rozkład ciał organicznych w glebie, zostaje znacznie przyspieszony przez obfity przypływ powietrza, przez ciepło i dostateczny zapas wilgoci. Nadmierna wilgoć jednakże, która utrudnia przystęp powietrza, powstrzymuje rozkład. Dalej przyczynia się do

*) Jeżeli proces gnicia odbywa się zupełnie bez przystępu powietrza (np. pod wodą), to masa roślinna staje się coraz uboższa w tlen i wodor, a obfitsza w węgiel. Proces ten (zwęglenia) odbywa się bardo wolno i to tem wolniej, im mniej tlenu jest do dyspozycji. W ten sposób tworzą się najpierw pokłady torfu, który w ciągu wieków zamienia się na węgiel brunatny, a tenże na węgiel kamienny. Węgiel kamienny jest ostatecznym produktem rozkładu i zawiera około 95 proc. czystego węgla.

szybszego rozkładu obecność wapna w ziemi, przez którą gleba nabiera słabej alkalicznej reakcji. To, co rólnik nazywa sprawnością lub wydobrzeniem roli, następuje wtedy, gdy przyorane szczątki organiczne (ściernisko lub mierzwa) pod wpływem drobnoustrojów z współudziałem wilgoci, ciepła i powietrza przeszły w glebie w stan rozkładu. Gleba staje się wtenczas pulchna i skutkiem nasycenia gazami rośnie podobnie jak zarobione ciasto. Gleba w stanie sprawności posiada zarówno pod względem fizykalnym, jak chemicznym warunki dla wzrostu roślin najkorzystniejsze i głównym celem uprawy jest osiągnięcie i utrzymanie roli w tym stanie.

W każdej glebie oprócz procesu gnicia odbywa się zawsze równocześnie proces butwienia, (a zwykle ten ostatni znacznie przeważa), i skutkiem tego próchnica podlega dalszemu rozkładowi czyli utlenia lub spala się powoli. Ponieważ przebieg rozkładu zależny jest głównie od obfitości tlenu (powietrza) w ziemi i od jej temperatury, więc z tego wynika, że próchnica na glebach suchych i piaszczystych zwykle rozkłada czyli spala się prędzej, niż na rolach wilgotnych i gliniastych, i dlatego te ostatnie bywają bogatsze w próchnicę niż pierwsze*).

Próchnica zawiera produkty butwienia i gnicia różnych szczątków roślinnych, będące w najrozmaitszym stopniu rozkładu i dlatego nie może ona być jednolitem ciałem chemicznem, lecz jest zbiorem całego szeregu związków, których nie udało się jeszcze dokładnie zbadać. Najgłówniejszym jej składnikiem jest zawsze węgiel, którego zawiera 56—60 procent, a oprócz tego składa się ona z tlenu, wodoru i azotu; zawartość tego ostatniego waha się od 1—6%. Większa część substancji próchnicowych posiada charakter kwasów i ztąd objęte są one nazwą kwasu próchnicowego. Kwas próchnicowy rozkłada składniki mineralne w glebie, mia-

---

*) Dlatego gleby lekkie należy jaknajmniej przewracać pługiem, aby zawartej w nich próchnicy nie wystawiać na działanie wiatru i słońca.

nowicie fosforany i związki wapnia, i łączy się z zasadami, z któremi tworzy sole t. zw. próchniany. Pod wpływem tlenu jednakże sole te bardzo łatwo się rozkładają a kwas próchnicowy podlega dalszej oksydacji i rozłożony zostaje na kwas węglowy i wodę. Jeżeli w glebie znajduje się nadmierna ilość próchnicy, wtenczas wszystek kwas próchnicowy nie jest w stanie połączyć się z zasadami, lecz pozostaje w stanie wolnym; również i w ziemi mokrej nagromadza się kwas próchnicowy, gdyż z powodu braku tlenu nie może on się dalej rozkładać. Próchnica, która zawiera wolny kwas próchnicowy w większej ilości, nazywa się kwaśną i szkodliwie działa na wegetację.*) Przez wydrenowanie ziemi mokrej, przez staranną uprawę lub użycie wapna można próchnicę odkwasić, czyli kwaśną próchnicę zamienić w t. zw. łagodną próchnicę i przez to uczynić ją urodzajną. Drenowanie i uprawa przyczyniają się do przewietrzenia gleby, wapno zaś nietylko łączy się z kwasem próchnicowym, ale oprócz tego przyspiesza dalszy rozkład (utlenienie) próchnicy.

Zarówno kwas próchnicowy jak jego związki są w wodzie bardzo mało rozpuszczalne i jako pożywienie dla roślin służyć nie mogą. Również kwas węglowy, którego znaczna ilość przy rozkładzie ciał organicznych się uwalnia, już to rozpuszczony w wodzie, już w związku z zasadami jako węglan, nie stanowi pokarmu dla roślin; czerpią go one bowiem jako gaz z atmosfery za pomocą liści. W roli natomiast kwas węglowy ma wielkie znaczenie, gdyż przyspiesza rozkład szczątków mineralnych i przysparza roślinom rozpuszczalnych związków mineralnych. Dawniej myślano, że roślina główne swe pożywienie czerpie z substancji próchnicowych i że jedynie ilość próchnicy stanowi miarę urodzajności gleby. Dzisiaj wiemy, że wyższe rośliny przyswajają sobie węgiel z powietrza, a tylko grzyby i niższe organizmy (bakterje) żyją kosztem organicznej materji zawartej

---

*) **Niektórym roślinom nie szkodzi kwas próchnicowy, do tych należą np. gorczyca, owies, rzep, tatarka, brukiew.**

w próchnicy. Pomimo to jednakże odpowiednią ilość próchnicy w roli uważać należy za główny warunek urodzajności; próchnica bowiem podlega ciągłemu rozkładowi i nietylko jest źródłem kwasu węglowego i próchnicowego, które rozkładają związki mineralne w glebie, ale przez rozkład próchnicy zawarte w niej różne składniki roślinne zamieniają się znowu w formę rozpuszczalną i choć w niewielkiej ilości stają się przydatne na pożywienie dla roślin. Przedewszystkiem jednakże próchnica wywiera bardzo korzystny wpływ na własności fizykalne gleby i rozkład jej znakomicie przyczynia się do jej sprawności.

Głównymi składnikami próchnicy są, jak widzieliśmy, węgiel, tlen i wodor; wiemy także, że z tych pierwiastków składają się związki (organiczne), zwane węglowodanami, a z nich przeważnie całe ciało roślinne. Oprócz węglowodanów jednakże zachodzą w roślinie a zatem i w próchnicy jeszcze inne związki organiczne, które obok węgla, wodoru i tlenu zawierają także a z o t. Przy procesie butwienia i gnicia, który się w glebie nieustannie odbywa, związki te azotu przez drobnoustroje również rozłożone zostają, i w miarę tego azot w nich zawarty zamienia się na a m o n i a k *(NH^3)*. Amoniak więc jest tak samo jak kwas węglowy i para wodna produktem rozkładu (butwienia i gnicia) materji organicznej. Na tem jednakże nie kończy się przemiana azotu w roli, gdyż związki tego pierwiastka są dziwnie niestałe i podlegać mogą różnym przeobrażeniom.

W glebie, w której jest dostateczny przystęp powietrza, amoniak przez bakterje zostaje utleniony i zamienia się najpierw na k w a s a z o t a w y *(N^2O^3)* a następnie na (znany nam już z rozdziału II) k w a s a z o t o w y *(N^2O^5)*. Oba te kwasy są związkami azotu z tlenem i różnią się tem, że kwas azotawy zawiera na 2 części azotu tylko 3 części tlenu, w kwasie azotowym zaś 2 części azotu połączone są z 5 częściami tlenu. Związki te tworzą się więc skutkiem utlenienia amoniaku przez bakterje a proces ten nazywa się n i t r y f i k a c j ą.

Przy nitryfikacji biorą udział zawsze dwa rodzaje bakterji, z których jeden przerabia amoniak na kwas azotawy a równocześnie drugi gatunek kwas azotawy utlenia wyżej na kwas azotowy. Proces nitryfikacyjny przyspieszony zostaje przez obfity dostęp powietrza, przez dostatek wilgoci i ciepła i obecność wapna w ziemi.

Skoro w glebie (n. p. skutkiem mokrości) zabraknie powietrza, wtenczas nitryfikacja nietylko zachodzić nie może, lecz odbywać się będzie proces wręcz odwrotny, tj. bakterje zamieniać będą kwas azotowy na azotawy a tenże na amoniak. Proces ten polega więc na odtlenianiu azotu i nazywa się r e d u k c j ą kwasu azotowego. Są jednakże pewne bakterje, które odtlenianie kwasu azotowego posuwają tak daleko, że azot zupełnie oswobadzają z związku z innemi ciałami, tak iż jako wolny azot ulatniać się może w powietrze. Przemiana ta kwasu azotowego, która na szczęście rzadko w roli zachodzi, nazywa się d e n i t r y f i k a c j ą azotu. Jeżeli dodamy jeszcze, że bakterje zdolne są także przerabiać amoniak i kwas azotowy na związki organiczne, z których się składa ich własne ciało, inne zaś bakterje mogą do tego samego celu zużywać wolny azot z powietrza, to zrozumiemy, jak liczne wędrówki azot za pośrednictwem bakterji w glebie odbywać może.

Wymienione wyżej związki azotu, tj. amoniak, kwas azotawy i azotowy, pod względem własności chemicznych różnią się bardzo od siebie. Amoniak bowiem jest zasadą w przeciwieństwie do tamtych dwóch związków, które są kwasami. Ciała te jednakże n i e z n a j d u j ą s i ę w g l e b i e w w o l n y m s t a n i e, lecz w połączeniu z innemi ciałami jako sole. Amoniak chciwie się łączy z kwasami, tj. z węglowym jako węglan amonu, z azotawym jako azotyn amonu i z azotowym jako azotan amonu. Ponieważ sole te amoniaku także i w lotnej formie występować mogą, dlatego wszystkie wymienione trzy związki amoniaku znajdują się także w powietrzu, (zkąd przez opady deszczowe w małej ilości — p. str. 14 — dostają się na ziemię). Najważniejsze są związki kwasu

azotowego zwane **azotanami** lub ogólnie **saletrą**. Kwas azotowy jest silnym kwasem, który nietylko z amoniakiem ale z różnemi zasadami w ziemi łączyć się może; najczęściej zachodzi w związku z wapnem lub z alkaliami jako azotan wapnia, potasu lub sodu. Wszystkie związki, tak kwasu azotowego, jak amoniaku, tj. azotany (saletra) i sole amonowe są w wodzie rozpuszczalne i, jak zobaczymy później, są one prawie jedynem źródłem, z którego rośliny czerpać mogą pokarm azotowy.

Nie stosuje się to wszakże do związków kwasu azotawego. Kwas azotawy także w wolnym stanie w przyrodzie nie występuje, tylko w połączeniu z zasadami, z któremi tworzy sole zwane **azotynami**. Azotyny są, jak i sam kwas azotawy, szkodliwe dla roślin, lecz mogą się one znajdować chyba w glebie mokrej i kwaśnej, gdyż w zdrowej glebie natychmiast wyżej utlenione zostają na azotany (saletrę).

Ponieważ dla wszystkich gatunków roślin azotany czyli saletra jest najsilniej i najszybciej działającą formą pokarmu azotowego, dlatego nitryfikacją uważać należy za bardzo korzystny proces dla urodzajności gleby. Mniej korzystna jest redukcja saletry na amoniak, który nie tak silnie działa, szkodliwym zaś procesem jest denitryfikacja, ponieważ powoduje straty azotu przez ulotnienie. Powodem tych wielorakich przemian i innych, z których później zdamy sprawę, są różne bakterje żyjące w roli i o nich słów kilka powiedzieć wypada*).

---

*) Mówiąc o składnikach próchnicy, nie wspominaliśmy o zawartych w niej **częściach mineralnych**. Ciało roślinne, z którego próchnica się tworzy, składa się nie z samych tylko substancji organicznych, t. zn. związków węglowych, lecz przytem zawiera zawsze małą ilość składników mineralnych, które także i w próchnicy się znajdują. Przez rozkład próchnicy skutkiem procesów butwienia i gnicia składniki te uwolnione zostają z swych dotychczasowych związków i pozostają w glebie, gdzie dzielą los innych części mineralnych. Niektóre jednakże z tych ciał także podlegać mogą zmianom pod wpływem bakterji a są niemi związki żelaza i kwasu siarkowego. Wiemy już, że w glebach mokrych, źle przewietrzanych, bakterje odtleniają czyli redukują tlennik żelara na tlenek,

Bakterje rolne. Przekonaliśmy się, iż rozkład ciał organicznych w glebie prowadzi do tego, że zawarte w materji organicznej pierwiastki, jak węgiel, wodor i azot, utleniają się czyli łączą z tlenem i przeistaczają na produkty takie, jak kwas węglowy, para wodna, amoniak i kwas azotowy czyli na ciała mineralne. Ale związki organiczne bardzo trudno ulegają oksydacji i bardzo długo opierałyby się wpływom tlenu atmosferycznego, gdyby nie działalność drobnoustrojów, do których należą bakterje i pokrewne im grzybki pleśniowe, a które z powodu przewagi pierwszych obejmujemy ogólnem mianem b a k t e r j i. Są to niesłychanie drobne, gołem okiem niewidzialne organizmy roślinne, które nie są zdolne przyswajać węgla z atmosfery*), lecz czerpać muszą związki węgla z materji organicznej, jakiej dostarczają im szczątki roślinne i zwierzęce w ziemi. Ilość bakteryi znajdujących się w glebie jest niezmierna, a 1 gram ziemi zawierać może miljony tych drobnoustrojów. Największa ich ilość istnieje w górnej warstwie gleby aż do 10 cm., im głębiej, tem ilość bakteryi jest mniejszą, a w głębokich pokładach ziemi wcale ich niema. Dlatego ziemia w swych głębszych warstwach jest znakomitym filtrem, a wodę pochodzącą z głębokich studzien można uważać za wolną od bakteryi.

Bakterje posiadają niesłychaną zdolność rozmnażania się, która odbywa się na sposób dwojaki. Najprostszy sposób polega na tem, że jedno indywiduum powiększa się, a potem dzieli na dwa indywidua. Wiele gatunków bakteryi jednakże rozmnaża się przez wytwarzanie t. zw. zarodników, które podobnie jak nasiona u wyż-

---

przez co związki żelazowe zamieniają się na żelazawe. W podobnych warunkach, np. w torfowiskach albo w szlamie, leżącym na dnie stawów, egzystować mogą bakterje, które odtleniają (redukują) zawarty w siarkanach kwas siarkowy (SO^3) na s i a r k o w o d o r (HS^2). Siarkowodor tak samo jak jego związki zwane s i a r c z k a m i, są szkodliwe dla roślinności; trujące ich własności można jednakże zobojętnić przez dodatek wapna.

*) Wyjątek pod tym względem stanowią bakterje nitryfikacyjne.

szych roślin zawierają kiełek czyli zawiązek nowego organizmu. Zarodniki są nadzwyczaj odporne na wpływy zewnętrzne i w stanie zaschniętym mogą długi czas pozostawać nieczynne, aby przy sprzyjających okolicznościach rozwinąć się i rozpocząć swą czynność. Bakteryi istnieje bardzo wiele gatunków, których działalność i warunki życia są rozmaite. Gatunki żyjące w glebie podzielić możemy na dwie grupy, tj. na takie, które rozwijają się tylko przy dostatecznym przystępie powietrza, t. zw. bakterje t l e n o w e i inne, które rozwijają się wtedy, gdy przystęp powietrza jest odcięty lub utrudniony, tj. bakterje b e z t l e n o w e. Wszystkie te drobnoustroje żywią się szczątkami organicznymi w glebie i przez to rozkładają je, ale przebieg rozkładu i jego wynik zależny jest od rodzaju bakteryi, które w nim biorą udział. Bakterje tlenowe wywołują korzystne dla rolnika procesy butwienia i nitryfikacji, a czerpią one tlen potrzebny im do życia (oddychania) z atmosfery. Bakterje beztlenowe zaś zużywają na ten cel tlen zawarty w związkach organicznych i przez to je odtleniają (redukują) na związki uboższe w tlen, jak to ma miejsce przy gniciu ciał roślinnych, przy redukcji saletry, związków żelazowych i innych. Nieodzownym warunkiem dla rozwoju bakteryi jest dostateczny zapas w o d y. Dlatego też wilgoć przyspiesza wszelkie procesy związane z działalnością bakteryi, co zaznaczyliśmy już przy butwieniu i gniciu i przy nitryfikacji*). Życie bakteryi dalej zależne jest od c i e p ł o t y. Jak wszystkie istoty żyjące tak i bakterje mają swą najniższą i najwyższą granicę (minimum i maximum) temperatury, poza któremi ustają ich czynności życiowe. Przy temperaturze niżej minimum bakterje zasypiają,

---

*) Dlatego suszymy np. owoce, kartofle, siano, aby zabezpieczyć je przed wpływem bakterji i uchronić od zepsucia. Zagrzewanie się niedosuszonego siana w stogach lub zadołowanej wilgotnej paszy jest skutkiem działalności bakterji, które przez proces oddychania wywołują podwyższenie temperatury (p. str. 21).

temperatura zaś ponad maximum zabija je*). Różne gatunki bakteryi mają różne granice temperatury. Dla bakteryi nitryfikacyjnych najniższa temperatura jest 5° C., najwyższa 55° C. Najkorzystniejsza zaś temperatura (optimum), przy której nitryfikacja najenergiczniej się odbywa, wynosi 37° C. Przy podnoszeniu się więc temperatury aż do 37° C. działalność bakteryi nitryfikacyjnych wzmagać się będzie, po przekroczeniu tej granicy spada szybko, a przy 55° ustaje zupełnie.

Poznawszy znaczenie powietrza, wody i ciepła dla życia bakteryi pojmiemy, że na rozwój ich wielki wpływ wywierać muszą warunki fizykalne gleby. I tak jest w istocie. W glebie pulchnej, przewietrzanej, w miarę wilgotnej i ciepłej rozwijają się bujnie pożyteczne bakterje, przeciwnie na roli zbitej, mokro zoranej lub nieuprawnej, również na mokrych z natury i zimnych gruntach ilość bakteryi jest mała i przeważają tam bakterje szkodliwe i pleśnie. Zbyt częste przewracanie gleby i nadmierne sproszkowanie jej przy uprawie ujemnie działa na rozwój bakteryi. Pogłębienie órki, przy której za dużo surowej ziemi wydobywa się na wierzch, także bakterjom nie służy. Wogóle przyjąć możemy za zasadę, że wszystko co sprzyja osiągnięciu struktury gruzełkowej i wydobrzenia roli korzystnie wpływa także na życie bakteryi i odwrotnie. „Sprawność" gleby jest właśnie tym stanem, kiedy bakterje rozwinęły w niej swą działalność pożyteczną dla urodzajności roli**).

Przedewszystkiem jednakże rozwój bakteryi zależny jest od zapasu p o ż y w i e n i a. Ponieważ bakterje żywią się szczątkami organicznymi, więc im więcej gleba

---

*) Z tego niszczącego wpływu wysokiej temperatury na życie bakterji korzystamy w wielu wypadkach, gdy chodzi o zabicie drobnoustrojów. Ma to miejsce przy konserwowaniu potraw (n. p. w aparatach Wecka), przy sterylizowaniu mleka i przy desinfekcji. Najwięcej wytrzymałe pod względem ciepłoty są zarodniki bakterji, a chcąc je zniszczyć, należy ogrzewać je przez dłuższy czas na 120° C.

**) Zapach świeżo zoranej roli pochodzi także od pewnego gatunku bakterji.

zawiera próchnicy, tem bardziej w niej mnożyć się będą bakterje. Bakterje wywołujące butwienie i nitryfikacją wymagają także obecności węglanu wapnia, który nadaje glebie słabej reakcji alkalicznej. Zbyt wielka zawartość wapna w roli jednakże szkodzi bakterjom, tak samo niekorzystnie oddziałują skoncentrowane roztwory soli (np. potasowych). Rośliny uprawne także oddziałują na życie drobnoustrojów w roli. Najmniej bakteryi znajduje się w roli pod kłosowemi roślinami, więcej ich jest w polach kartoflanych, a najwięcej w polach ugorowych.

Oprócz bakteryi i grzybków (pleśni) istnieją w glebie również drobne jak one żyjątka, które uważać należy za wrogów bakteryi. Są to t. zw. **pierwotniaki**, drobnoustroje zaliczane do świata zwierzęcego, które żywią się bakterjami i przerzedzają ich szeregi. To też w czasie lata, kiedy warunki sprzyjają rozwojowi pierwotniaków, ilość bakteryi w roli znacznie się zmniejsza, najwięcej zaś rozmnażają się bakterje i najenergiczniej działają w miesiącach marcu i wrześniu. Zimą znów nizka temperatura ogranicza rozwój bakteryj. Glebę naszą zamieszkują więc niewidzialne dla oka i nieprzeliczone rzesze drobnoustrojów, które żyją i rozmnażają się tamże, pracują na naszą korzyść lub szkodę i wreszcie giną, bądź skutkiem niekorzystnych warunków fizykalnych lub chemicznych, bądź wreszcie w walce z innemi podobnemi do siebie istotami. Działalność drobnoustrojów w roli jest dopiero częściowo wyświetlona i niewątpliwie przyszłe badania odsłonią nam jeszcze niejedną tajemnicę ich życia*). To co dotychczas wiemy wystarcza jednakże, aby poznać, jak wielkie znaczenie mają bakterje dla urodzajności gleby.

Zdolność absorbcji. Roślina może przeważnie tylko takie substancje na pokarm przyjmować, które są w wodzie rozpuszczalne. Wiemy, że proces wietrzenia i roz-

*) Nieudawanie się niektórych płodów, zbyt często siewanych na tem samem polu, jak grochu, koniczyny (t. zw. wykoniczynienie), zapewne także przypisać trzeba rozmnożeniu się jakichś szkodliwych, dotąd nieznanych bakterji.

kładu odbywający się w glebie, zamienia rozmaite składniki ziemi w formę rozpuszczalną; rolnik w formie nawozów dostarcza roślinie także rozpuszczalnych substancyi. Wszelkie te substancje rozpuszczają się w wilgoci ziemnej, a jeszcze większą ich ilość roztwarza woda deszczowa, spadła na ziemię. Woda jednakowoż szybko przesiąka w dolne warstwy, i w takim razie wszystkie rozpuszczalne składniki, których roślina zaraz nie zużyje, wraz z wodą zostałyby spłukane i bezpowrotnie dla roślin stracone. Ale gleba posiada tę własność, że zatrzymuje (niektóre) rozpuszczone w wodzie substancje i zamienia je na nierozpuszczalne związki. Własność ta nazywa się s i ł ą   a b s o r b c y j n ą gleby. O absorbcji ziemi przekonać nas może następujące doświadczenie: Jeżeli butelkę, w której dnie zrobiony jest mały otwór, napełnimy rodzajną ziemią i przesączymy przez nią gęstą, cuchnącą gnojówkę, to zobaczymy, że dolnym otworem ściekający płyn jest prawie czysty i nie posiada ani barwy, ani zapachu gnojówki. Skoro zbadamy chemicznie odpływającą dołem wodę, to przekonamy się, że pozbyła się ona niektórych substancyi rozpuszczonych w niej poprzednio, a natomiast zawiera inne materje, których przedtem nie miała. Ziemia bowiem zatrzymała zawarte w gnojówce składniki i zamieniła je na nierozpuszczalne związki, tak iż dalsza woda przeciekając spłukać (wyługować) ich nie może; w to miejsce zaś przeszły inne składniki ziemi w stan roztworzony i razem z przeciekającą wodą spłynęły.

Gleba tak samo jak węgiel drzewny posiada zdolność pochłaniania i przytrzymania na swej powierzchni nietylko gazów z powietrza, ale i ciał w wodzie rozpuszczonych; polega to na mechanicznej sile przyciągania powierzchni. Oprócz mechanicznej siły przyciągania działają jednakże przy objawach absorbcji także chemiczne czynniki, na mocy których sole znajdujące się w roztworze, zostają rozłożone, i między niemi a cząstkami gleby następuje wymiana składników.

Jednakże nie wszystkie ciała roztworzone w wodzie

gleba może przytrzymywać, ale absorbuje właśnie te substancje, które w najmniejszej ilości zawarte są w roli. Są to amoniak, potaż i kwas fosforowy. Innych substancji gleba absorbować nie może, chociażby w związku z temi trzema (jako sole) były w wodzie rozpuszczone. Jeżeli np. potaż złączony z jakim kwasem, powiedzmy z kwasem azotowym, jako azotan potasu dostanie się w glebę i tutaj rozpuści się w wilgoci, wtedy tylko potaż zostaje absorbowany, natomiast na jego miejsce inna zasada, zawarta w glebie (np. wapno) występuje z dotychczasowego związku i łączy się z kwasem azotowym jako sól, która nadal pozostaje w roztworze wodnym. Kwasu azotowego gleba nie może przytrzymywać, to też związki jego (saletra) zostają bardzo szybko spłukane w dolne warstwy. To samo odnosi się do wszystkich kwasów z wyjątkiem kwasu fosforowego. Co do zasad zaś, to właściwie wszystkie zasady zostają w pewnej części absorbowane, najsilniej jednakże potaż i amoniak, z których 1 ha ziemi do 2000 kg przytrzymać może.*) Przy analizie wody z drenów odchodzącej znajdujemy zaledwie ślady potażu, amoniaku i kwasu fosforowego, natomiast znaczne ilości wapna, magnezji i sody mianowicie w związku z chlorem, kwasem siarkowym i kwasem azotowym, które zostały z gleby wyługowane.

Nie każda gleba posiada w równym stopniu siłę absorbcyjną. Największą pod tym względem zdolnością odznacza się ziemia gliniasta, margiowata średnią, a piaszczysta prawie wcale jej nie posiada; im więcej więc gleba posiada miału, tem większą ma siłę absorbcyjną. Zdolność absorbcji zależną jest przedewszystkiem od zawartości zeolitów w glebie. O zeolitach wspomnieliśmy już wyżej, że są to związki kwasu krzemowego z zasadami i z wodą krystaliczną, — związki, które nadzwyczaj łatwo się rozkładają. To też przy absorbcji oddają one swoje zasady a na to miejsce przyj-

*) podług Stohmanna.

mują amoniak i potaż; te ostatnie substancje wstępują w związek z kwasem krzemowym i tworzą nierozpuszczalne w wodzie krzemiany. Gleba gliniasta posiada tak wielką siłę absorbcji, że pomimo obfitości pokarmów roślinnych bardzo mało ich roślinom udziela. Z tego powodu i ponieważ rozkład próchnicy i wszelkich nawozów skutkiem braku przewiewności na glebie takiej powoli się odbywa, nazywamy ją glebą nieczynną. Przez poprawienie jej składu fizykalnego również i przez zluźnienie ziemi i ułatwienie przystępu powietrza zapomocą uprawy można usunąć nadmierną siłę absorbcji. W przeciwieństwie do gliniastej glebę piaszczystą nazywamy czynną, ponieważ rozkład materji nawozowych tutaj szybko się odbywa i rozłożone substancje skutkiem braku siły absorbcji łatwo są przystępne dla roślin. Również łatwo jednakże zostają wypłukane w podglebie i tej przyczynie (obok niedostatecznej wilgoci) przypisać należy częste wypalanie się zboża na ziemiach piaszczystych. Próchnica posiada znaczną siłę absorbowania potażu i amoniaku, (nietyle może przez to, że zasady te łączą się z kwasem próchnicowym, ile przez silne przyciąganie powierzchni). Absorbcja zaś kwasu fosforowego polega na tem, że kwas ten tworzy w glebie nierozpuszczalne sole (fosforany) bądźto z tlenkiem żelaza, bądź z glinką lub wapnem.

Substancje absorbowane przez glebę nie są jednakże zupełnie nierozpuszczalne i pod wpływem czynników atmosfery (wody i tlenu) rozpuszczają się stopniowo. Mianowicie skoro przez obfite deszcze roztwór substancji w glebie zostanie rozrzedzony, wtedy pewna część substancji absorbowanych rozpuszcza się w nim, przez co roztwór wodny staje się znów więcej skoncentrowany; również i przez działalność kwasu węglowego substancje absorbowane zamieniają się w formę rozpuszczalną. Oprócz tego korzonki roślin wydzielają pewien kwas, który rozpuszcza absorbowane składniki i przyswaja je roślinom. Dalej przyczyniają się niektóre sole, jak sól kuchenna, gips lub saletra do roztworzenia absorbowa-

nych substancji; a wreszcie prażenie gleby jest także sposobem, aby substancje absorbowane uczynić łatwo rozpuszczalnemi. To ostatnie pochodzi ztąd, że zarówno zeolity jak substancje próchnicowe przez prażenie zniszczone zostają, a przez to gleba traci zdolność absorbcyjną. Dlatego też używają z korzyścią sposobu palenia ziemi na gruntach murszowych i ciężkich gliniastych; częste palenie gleby prowadzi jednakże do zupełnego wyczerpania jej.

Substancje, które gleba absorbuje, stanowią siłę rodzajną ziemi i tworzą zapas pokarmu na przyszłość, z którego w miarę potrzeby roślina czerpać może. To też od zdolności absorbcji gleby zależna jest w wysokim stopniu jej wydajność. Wszelkie bowiem nawozy, które glebie dajemy, zostałyby szybko spłukane, gdyby ziemia nie posiadała własności przytrzymania ich. Przy nawożeniu gleby więc musimy się liczyć z jej siłą absorbcyjną, i dlatego glebę piaszczystą powinno się nawozić częściej i w małych dawkach, glebę gliniastą zaś lepiej silnie mierzwić, a w rzadszych odstępach.

Z substancji, które podlegają wypłukaniu najważniejsze są azot i wapno. Azot w formie amoniaku wprawdzie zostaje absorbowany, ale ponieważ bardzo łatwo zamienia się na saletrę, której ziemia nie absorbuje, więc pod tą postacią uchodzić może w podglebie i w głębsze warstwy. Saletra i wapno zatem na każdej glebie w znacznej ilości zostają wyługowane i to w ilości tem większej, im bardziej gleba jest przepuszczalna. Oprócz tego na glebie lekkiej (z małą siłą absorbcyjną) także i potas podlega wyługowaniu. Największe straty przez wypłukiwanie składników gleby i nawozów powstają więc na ziemiach łatwo przepuszczalnych, a więc lekkich piaszczystych z takiemże podglebiem. Straty te można przez to zmniejszyć, że glebę taką obsiewa się śródplonami i pozostawia jak najdłużej pod przykryciem roślinnem. Skutkiem tego mniejsza ilość wody deszczowej przesiąkać będzie przez glebę, gdyż

znaczną część zużyją rośliny, a oprócz tego zużyją one także rozpuszczone w wodzie substancje i uchronią je przez to od wypłukania. Podczas wegetacji roślin straty więc nie mogą być zbyt znaczne, największe straty zachodzą zimą. I pod tym względem może rolnik wpłynąć na ograniczenie strat, jeżeli starać się będzie o to, aby czas pomiędzy nawożeniem gleby lekkiej a zużyciem nawozu przez rośliny był możliwie najkrótszy. Ze względu zaś na straty azotu na glebie lekkiej dążyć trzeba do tego, aby ani zbyt często ani nie wcześniej, niż potrzeba (przed zasiewem), przewietrzać rolę (przez órkę) i przez to nie przyspieszać rozkładu próchnicy i zamiany azotu na saletrę.

Na tem wyczerpuje się wykład o własnościach chemicznych gleby. Z treści niniejszego rozdziału mogliśmy się przekonać, że gleba jest olbrzymim warsztatem, w którym nieustannie pracują i wzajemnie oddziałują na siebie siły przyrody. W pracy tej współzawodniczą ze sobą czynniki fizykalne, chemiczne i biologiczne, których różne objawy mieliśmy sposobność poznać. Widzieliśmy przytem, że żadna z tych sił nie występuje w glebie oddzielnie, lecz wszystkie znajdują się w stosunku ścisłej zależności od siebie. Od gry owych sił rozlicznych, od wyniku ich wspólnego działania zależne jest to, co nazywamy urodzajnością gleby. Działalność rolnika ogranicza się na tem, aby bądźto popierać siły przyrody, bądź też usuwać szkodliwe ich wpływy. Czyni on to przez mechaniczną uprawę roli a także przez meljorację, ulepszając warunki fizykalne gleby, zapomocą nawozów sztucznych poprawia jej własności chemiczne, a przez naturalne i zielone nawozy wywiera wpływ na życie bakterji w roli. Podstawę jednakże dla wszystkich czynności, zarówno chemicznych, jak biologicznych, stanowią warunki fizykalne, i dlatego umiejętne ich regulowanie zapomocą uprawy roli jest najprzedniejszem zadaniem rolnika.

Analiza gleby jest to rozbiór jej składników celem stwierdzenia ich stosunku ilościowego. Rozbierając skła-

dniki gleby, można to uczynić bądźto ze stanowiska fizykalnego, bądź też chemicznego. Rozbiór chemiczny jest pod każdym względem najdokładniejszy i podaje nam szczegółowo ilość każdego składnika w glebie. Za pomocą analiz chemicznych przekonano się, że wszystkie gleby zawierają znaczny zasób rozmaitych składników z wyjątkiem trzech, t. j. związków azotu, potażu i kwasu fosforowego, a często także i wapna. Bardzo urodzajny czarnoziem podolski zawiera nie więcej, jak 1% azotu; wogóle zaś można uważać glebę za bardzo bogatą, jeżeli zawiera więcej niż 0,2% azotu, „bogatą“ przy 0,1—0,2%, „średnią“ przy 0,05—0,1%, a „ubogą“ przy zawartości niżej 0,05%.*) Te same liczby można przyjąć co do kwasu fosforowego, a z pewnem zastrzeżeniem także co do potażu. Przy potażu bowiem zależy na tem, podług jakiej metody ilość jego oznaczono. W każdym razie jako średnią zawartość potażu w glebie można podać najwyżej 0,2%. (O wapnie nadmienimy przy rozbiorze fizykalnych składników ziemi.)

Ponieważ składniki powyższe są dla wszystkich roślin nieodzownie potrzebne, dlatego rolnik stara się dostarczać ich w formie nawozów. Jednakże chociażby analiza chemiczna wykazała w glebie dostateczną ilość tych najcenniejszych substancyj, to orzeczenie takie bynajmniej nie rozstrzyga o potrzebie nawożenia. Analiza chemiczna bowiem nie umie nam powiedzieć, w jakim związku powyższe substancje w glebie się znajdują, a mianowicie czy są zawarte w formie rozpuszczalnej, a więc dla roślin przystępnej. Jedynie tylko chemiczna analiza murszów daje nam dokładniejsze wskazówki co do zapotrzebowania nawozów, gdyż zawarty w nich kwas próchnicowy rozpuszcza obficie składniki mineralne. Na innych gruntach jedynym sposobem, jaki rolnikowi pozostaje, aby się przekonać o braku którego-

*) Dr. E. Wolff, Düngerlehre.

kolwiek ze składników w glebie, jest wykonywanie prób i doświadczeń z rozmaitymi nawozami.

Dopóki analiza chemiczna dokładniejszych rezultatów nam nie przyniesie, musimy przyznać, że analiza fizykalnych składników gleby ma dla rolnika więcej praktycznego znaczenia. Analiza taka ma tę zaletę, że może przez rolnika samego być dokonana, i daje nam podstawę do ocenienia fizykalnych własności danej gleby, które są głównym warunkiem urodzajności. Ze składników fizykalnych po większej części wapno i próchnica w małych ilościach tylko zachodzą w glebie, głównymi zaś składnikami są piasek i glina. To też one najczęściej nadają główny charakter glebie i zwykle wywierają przeważny wpływ na jej funkcje fizykalne. Przy oznaczeniu jakości gruntu, będzie nam więc najpierw zależało na tem, aby oznaczyć stosunek, w jakim oba te składniki zmięszane są w glebie. W tym celu poddajemy glebę mechanicznej analizie zapomocą s z l a m o w a n i a. Jeżeli pewną ilość ziemi w szklanem naczyniu rozczynimy wodą i zostawimy tę mięszaninę w spokoju, wtenczas pojedyńcze cząstki gleby zaczną się osadzać na spodzie; najpierw będą opadać najgrubsze i najcięższe cząstki gleby (żwir), następnie coraz lżejsze (piasek), a na końcu osadzą się owe drobne, okiem niedostrzegalne cząsteczki (miał), z których się składa glina.

Do oznaczenia ilości składowych części gleby skonstruowano rozmaite aparaty, z których najprostszy jest p r z y r z ą d B e n n i g s e n a. Składa on się z butelki, mającej dołem 9—10 cm. średnicy, z szyjką długą na 50—60 cm. Szyjka ta jest u góry szczelnie zakorkowana i podzielona (od końca korka począwszy) na kubiczne centymetry aż do 100. Chcąc zbadać skład jakiejś gleby, wykopuje się na polu prostopadły czworobok ziemi aż do głębokości órki, wykopaną ziemię mięsza się szpadlem i po usunięciu większych kamieni i korzeni bierze się z tego próbę ziemi. Próbę tę rozciera się w palcach i skoro ziemia dostatecznie wyschnie, odważa się z niej

10 gr., wsypuje w butelkę i dodaje do tego tyle wody, aby butelka dobrze do połowy była napełniona. Wtedy wsadza się korek w szyjkę tak, aby sięgał aż do punktu O; i kłóci się całą masę tak długo (5—10 minut), dopóki wszystkie cząstki ziemi dokładnie się w wodzie nie rozdzielą. Następnie przewraca się butelkę szyjką na dół i zawiesza ją prostopadle. Grubsze ziarnka zaczną zaraz opadać na dno, a po upływie godziny także i drobny piasek osadzi się na dole, tak że będzie można granicę pociągnąć między tymi dwoma gatunkami piasku. Wtenczas odczytuje się osobno ilość grubszego i ilość drobnego piasku w kub. centymetrach i oblicza się ich wagę na następujących zasadach:

6,5 kub. cm. grubego piasku = 10 gr.
8,5 kub. cm. drobnego piasku = 10 gr.

Obliczywszy ogólną ilość piasku na gramy, odciąga ją się od 10 gr. ziemi, a co pozostaje, stanowi ilość części gliniastych czyli miału; ilość tę oblicza się następnie na procenta. To, co nazywamy miałem, jednakże nie składa się z samej gliny, gdyż zawiera także i drobne cząsteczki piasku.*) W każdym razie jednak gleba gliniasta będzie zawierała więcej miału, niż piaszczysta. Ze względu na to ustanowiono na mocy analizy mechanicznej następującą klasyfikację gleby, i tak:

gleba gliniasta	zawiera	50 %	i więcej miału
gleba glinkowa	„	30—50 %	„
gleba piaszczysto-glinkowa .	„	20—30 %	„
gleba glinkowo-piaszczysta .	„	10—20 %	„
gleba piaszczysta	mniej niż	10 %	„

Gleby, które zawierają niżej 5% miału, są bardzo ubogie i nieurodzajne, gleby zaś, które mają więcej jak 80% miału, nie nadają się już do uprawy.

*) Przez powiększające szkło (lupę) można odróżnić części piaszczyste od gliniastych. — Dokładniejsze rezultaty szlamowania gleby daje przyrząd Kühna, lecz do użytku w praktyce nie jest tak dogodny, jak butelka Bennigsena.

Chociaż piasek i glina zwykle w największej ilości zawarte są w glebie, to jednakże wapno i próchnica odznaczają się tak wybitnemi własnościami fizykalnemi i chemicznemi, że mają pierwszorzędne znaczenie dla wszelkich funkcyj odbywających się w glebie i dla jej wydajności. Niestety zapomocą mechanicznej analizy nie jesteśmy w stanie oznaczyć zawartości tych składników; pozostają nam tylko środki chemiczne. Chcąc przekonać się o zawartości wapna, bierze się na koniec noża sproszkowanej ziemi, wsypuje w kieliszek i mięsza się z jedną łyżeczką wody deszczowej, (gdyż źródlana po części także zawiera wapno). Do tego dodaje się 8—10 kropli kwasu solnego*). Kwas solny jestto związek wodoru z chlorem; ponieważ jest silniejszym kwasem niż kwas węglowy, więc wypędza kwas węglowy z węglanu wapnia, sam zaś łączy się z wapnem i tworzy chlorek wapnia, kwas węglowy zaś uwolniony zostaje i w formie perełek uchodzi w powietrze. Skoro więc po dodaniu kwasu solnego, unoszą się perełki w kieliszku, to obecność węglanu wapnia jest stwierdzona. Jeżeli ilość perełek jest bardzo nieznaczna, to oznacza to 1—2% wapna, przy wyraźnem perełkowaniu można przyjąć 3—4%, przy silnem i dłuższem perełkowaniu jest więcej jak 5% wapna w glebie. Sposób powyższy jednakże nadaje się tylko na gleby obfite w wapno (margle), gleby nasze bowiem zawierają po większej części znacznie mniej niż 1% wapna. Tutaj więc skazani jesteśmy na pomoc stacji chemicznej, która w tym wypadku dokładnie nas objaśnić może, czy rola zawiera wapno w dostatecznej ilości, czy nie. Istnieją jednakże praktycznie skonstruowane aparaty, zapomocą których bardzo łatwo i dokładnie oznaczyć można zawartość wapna w glebie aż do $1/10$%, (o ile ono zawarte jest w ziemi w formie węglanu wapnia). Między innymi polecenia godny na ten cel jest aparat dr. Passona. Jako normalną zawartość wapna uważać można na lekkich glebach 0,10—0,20%,

*) W braku kwasu solnego można użyć silnego octu.

na ciężkich 0,20—0,35% wapna. Gleby marglowe zawierają 5—20% wapna, gleby wapniste zaś są te, które mają więcej niż 20% wapna.

Oznaczenie ilości próchnicy w glebie połączone jest z większemi trudnościami i dokładnie może być tylko przez chemika wykonane. Dla rolnika nie pozostaje nic innego, jak osądzić ilość próchnicy podług mniej lub więcej ciemnego koloru ziemi. W urodzajnej glebie wynosi zawartość próchnicy 2—5%, gleby próchnicowe posiadają ponad 5%, a dobry czarnoziem 10 do 15% próchnicy. Większa ilość próchnicy jest już mniej korzystna; gleby murszaste (murszowate) zawierają 15—30%, mursze zaś (gleby murszowe) 30—100% próchnicy*).

Łatwiej natomiast można skonstatować, czy zawarta w glebie próchnica ma charakter łagodny czy kwaśny. Na skrawek papieru lakmusowego rozpościera się rozrzedzoną w wodzie ziemię, i jeżeli po pewnym czasie papier przybrał kolor czerwony, dowodzi to, że próchnica jest kwaśną z powodu obecności kwasu próchnicowego.

*) Rozróżniamy mursze górne, powstałe z wrzosów i mchów i mursze nizinne, które utworzyły się z traw i roślin błotnych. Pierwsze są ubogie w wapno i zawierają go niżej 5%, drugie zaś odznaczają się obfitością wapna.

ROZDZIAŁ IV.

ROŚLINY.

Składniki ciała roślinnego można rozpatrywać z dwojakiego stanowiska stosownie do tego, czy bierze się na uwagę budowę organiczną, czy też skład chemiczny roślin. Chociaż głównem zadaniem niniejszego rozdziału jest wykazanie tych ostatnich (tj. chemicznych) składników, to jednak dla lepszego zrozumienia rzeczy nie bez pożytku będzie zapoznać się choć pobieżnie z ogólną budową roślin czyli z ich składnikami pod względem formy organicznej.

Komórka roślinna. Ciało roślinne, jakikolwiek kształt onoby miało, zbudowane jest podobnie jak węza pszczół z drobnych przegródek rozmaitego kształtu, zwanych komórkami. Znamy niektóre rośliny niższego rzędu (bakterje), które składają się tylko z jednej lub kilku komórek; u wyżej rozwiniętych roślin łączy się większa liczba komórek w jednę całość, która nazywa się tkanką, i z takich tkanek składa się ciało naszych roślin uprawnych. Jeżeli cienki skrawek ciała roślinnego zbadamy pod mikroskopem, to tkanka przedstawi nam się jako sieć z mniej lub więcej regularnemi oczkami. Oczka te są to ściany pojedyńczych komórek. Kształt komórek bywa bardzo rozmaity, również i budowa tkanek wykazuje wielkie różnice zależnie od tego, jakie funkcje spełniają w organiźmie roślinnym. Komórka roślinna

w najprostszej formie objawia się jako pęcherzyk, który na zewnątrz otoczony jest błonką, utworzoną z cellulozy. We wnętrzu komórki rozróżniamy gęstą, białkowatą substancją, zwaną protoplazmą czyli zarodzią, która przyczepiona jest do wewnętrznej strony błonki; środek zaś komórki zajmuje wodnisty płyn, zwany sokiem komórkowym. W młodych świeżo powstałych komórkach protoplazma wypełnia całe wnętrze komórki, dopiero później koncentruje się nad ścianką komórki i wydziela ze siebie sok komórkowy. Protoplazma zwykle w jednem miejscu jest zgęszczona i tworzy tak zw. jądro komórki, a w zielonych częściach rośliny zawiera ona ziarnka zieleni (chlorofil).

Zaródź czyli protoplazma jest najważniejszą substancją każdej żyjącej komórki. W niej bowiem i przez nią odbywają się wszystkie czynności życiowe zarówno pojedyńczej komórki jak i całego ciała roślinnego. Komórka zawierająca protoplazmę jest żywym organizmem, który przyjmuje pokarm, przyswaja go i przerabia, wydziela zużyte części, oddycha, rośnie i rozmnaża się. Rozmnażanie komórek odbywa się w ten sposób, że jądro komórki rozdziela się i rozchodzi na dwie strony, a między temi dwoma częściami powstaje nowa błonka; skutkiem takiego rozmnażania się komórek roślina powiększa się czyli rośnie. Wszystkie te czynności życiowe połączone są z przemianą materji, która polega bądź na rozkładzie chemicznym związków wchodzących w skład komórki, bądź na utworzeniu nowych połączeń chemicznych. Siedliskiem przemiany materji jest komórka roślinna a raczej jej protoplazma. Komórki (starsze), w których nastąpił zanik protoplazmy, są martwe i niezdolne do przemiany materji. Protoplazma nie jest jednorodnem ciałem chemicznem, lecz jest mięszaniną rozmaitych substancji; najgłówniejszym jej składnikiem jest wszakże białko roślinne czyli proteina, która oprócz węgla, wodoru i tlenu, zawiera także azot i siarkę.

Ścianki komórek utworzone są z cellulozy czyli

błonnika, który składa się tylko z węgla, wodoru i tlenu. Jest to przezroczysta i elastyczna substancja, przez którą zarówno gazy jak i woda i rozpuszczone w niej ciała przenikać mogą. Przenikanie ciał przez błonę komórek nazywa się osmozą, i na tem polega odżywianie się komórek oraz krążenie soków w roślinie. Sok komórkowy jest wodnistym rozczynem rozmaitych ciał: substancji białkowych, cukru, gumy, rozmaitych barwników, kwasów roślinnych i soli mineralnych. Oprócz wymienionych substancji znajdują się w komórkach często także i nierozpuszczalne mniej lub więcej stałe ciała, mianowicie ziarnka skrobi (mączki), proteiny, krople tłuszczu i inne materje. Niektóre komórki prawie całe wypełnione są jedną z powyższych substancji, szczególniej obficie nagromadzone są one w pewnych częściach rośliny, n. p. w nasionach.

Woda. Poznawszy skład pojedyńczej komórki, zwracamy się teraz do ogólnych składników ciała roślinnego. Najgłówniejszym składnikiem roślin jest woda, która bezustannie krąży w organiźmie roślinnym, jak krew w żyłach zwierząt. W młodych soczystych częściach rośliny woda stanowi blizko 90% wagi, później ilość ta schodzi na 80%, a z dojrzewaniem rośliny coraz się z mniejsza. Najmniej wody zawierają nasiona; nie mniej wszakże, jak 11% na wagę.

O znaczeniu wody dla roślin była już mowa w rozdziale II i wiemy także, że roślina czerpie ją zapomocą korzeni z gleby. Wyjaśnimy jeszcze pokrótce, w jaki sposób przychodzi do skutku krążenie wody w ciele roślinnem. Sok komórkowy jest niczem innem, jak roztworem wodnym rozmaitych substancji. Skoro komórka jakaś straci część wody przez wyparowanie czyli transpirację (p. str. 31), wtenczas roztwór w jej soku komórkowym stanie się więcej skoncentrowany i skutkiem tego na mocy dyfuzji przyciągać będzie wodę z sąsiedniej komórki. W następstwie i ta druga komórka z tego samego powodu odbierać będzie wodę innej i to samo powtarzać się będzie dalej, aż dojdzie do ostatnich roz-

gałęzień korzeni. Wtenczas komórki tychże, które bezpośrednio stykają się z glebą, będą przyciągać wodę z ziemi, aby ją módz oddawać sąsiednim i następnym i w ten sposób od korzeni wznosić się będzie prąd wody do tych części rośliny, które przez parowanie jej się pozbywają. Ponieważ woda będąca w ziemi również jest roztworem zawartych w glebie substancji mineralnych, które zarazem stanowią pokarm dla roślin, więc im większe parowanie, tem więcej tychże substancji doprowadzonych zostaje do komórek roślinnych i tem bujniejszy będzie wzrost roślin. Oprócz transpiracji jest jeszcze inna przyczyna obiegu wody w roślinie. Skoro komórka rośliny napoi się wodą, wtedy sok komórkowy wywiera pewne ciśnienie na elastyczną błonę tworzącą ściany komórki, która przez to napręża się a gdy ciśnienie się zwiększy, wtedy pewna ilość wody wyciśnięta zostaje do sąsiednich komórek. Zapomocą tej siły ciśnienia, której punktem wyjścia są korzenie roślin, wznosić się może woda w roślinie niezależnie od parowania. Do ułatwienia obiegu wody służą specjalne tkanki, składające się z wązkich bardzo wydłużonych komórek w kształcie rurek itp. Są to t. zw. w i ą z k i, które przebiegają przez całe ciało roślinne, rozgałęziają się w liściach i tu gołem okiem widzialne są jako nerwy. Wszystkie wiązki w roślinie od korzeni aż do wierzchołka łączą się z sobą i tworzą nieprzerwaną sieć kanałów, którymi krążenie wody i rozpuszczonych w niej substancji się odbywa. Wodę więc uważać należy za najważniejszy pokarm dla roślin. Niestety pod względem zaopatrywania roślin w wodę rolnik jest bezsilny, może to uczynić chyba wyjątkowo zapomocą kosztownych urządzeń, jak nawadnianie, które się praktykuje na łąkach, lub sztucznych deszczowni zraszających pola w czasie wegetacji roślin. W zwykłych warunkach jednakże rośliny skazane są na zapas wody zawarty w glebie a pochodzący z opadów atmosferycznych.

Substancja sucha. Jeżeli ciało roślinne poddamy temperaturze 100° C. tak, że zawarta w niem woda wy-

paruje, to otrzymamy tak nazwaną substancję suchą. Sucha substancja roślinna składa się z węgla, wodoru, tlenu, azotu i z małej ilości części mineralnych. Skoro suchą substancję roślinną spalimy, to pozostaną tylko części mineralne jako popiół, tamte cztery pierwiastki zaś ulotnią się w formie gazów. Pierwiastki te nazywamy składnikami organicznymi, które tworzą tak zw. substancję palną czyli organiczną rośliny, składniki popiołu zaś tworzą substancję niepalną, nieorganiczną lub mineralną.

Składniki organiczne występują w roślinie zawsze jako związki węgla, a ponieważ związki te tworzą się tylko w żyjących organizmach, w martwej zaś przyrodzie nigdzie się nie znajdują, dla tego nazwano je związkami organicznymi. Związki organiczne tworzą przeważną część ciała roślinnego. Jeżeli sprzęt zboża z 1 hektara przyjmiemy na 4000 kg słomy i 2000 kg ziarna, to uczyni to przecięciowo 5144 kg suchej substancji roślinnej.*) Z tego przypada na popiół 216 kg a na substancję palną czyli organiczną 4928 kg. Substancja organiczna zawiera okrągło:

węgla	2414 kg	=	49,0%
wodoru	310 kg	=	6,3 „
azotu	60 kg	=	1,2 „
tlenu	2144 kg	=	43,5 „
	4928 kg	=	100%

W następnych rozważaniach przejdziemy po kolei wszystkie składniki roślin, najpierw organiczne, potem mineralne, wykażemy jakie znaczenie mają w organizmie roślinnym, również w jakiej formie i w jaki sposób rośliny je pobierają.

Składniki organiczne. Z powyższego przykładu widzimy, że większa część substancji organicznej, a więc prawie całego ciała roślinnego, składa się z *węgla, wodoru* i *tlenu*. Z trzech tych pierwiastków wyłącznie

*) Przykład zaczerpnięty z „Praktische Düngerlehre" Wolffa.

składają się: skrobia czyli krochmal lub mączka, różne gatunki cukru, błonnik czyli celluloza, guma, tłuszcze, oleje, barwniki i kwasy roślinne. Z substancyj tych skrobia, cukier i błonnik należą do grupy ciał zwanych węglowodanami. Węglowodany różnią się tylko zawartością węgla pomiędzy sobą a wodor i tlen zawsze w tym samym stosunku w nich zachodzą, w jakim zawarte są w wodzie i ztąd pochodzi ich nazwa. Tłuszcze i oleje zawierają mniej tlenu a więcej węgla niż węglowodany, natomiast kwasy roślinne posiadają wyższą zawartość tlenu od węglowodanów. Wszystkie powyższe materje utworzone zostały przez asymilacją kwasu węglowego i wody. Nie każda jednakże roślina zdolna jest zamieniać kwas węglowy i wodę na materją organiczną; własność tę posiadają tylko rośliny zielone, do których należą wszystkie nasze rośliny uprawne.

Młoda roślina, zaledwie ukaże się na powierzchni ziemi, wnet pod wpływem słońca się zazielenia, a z tą chwilą staje się zdolna do pochłaniania kwasu węglowego z powietrza. Zielona barwa rośliny polega na tem, że pod wpływem światła słonecznego w protoplazmie komórek utworzyły się zielone ziarnka, zwane zielenią czyli chlorofilem. Przyswajanie czyli asymilacja kwasu węglowego i wody może się odbywać tylko w zielonych częściach rośliny, a zieleń jest tym organem, w którym się proces powyższy odbywa; badając pod mikroskopem komórkę roślinną znajdujemy często z ziarnkami zieleni złączone świeżo utworzone ziarnka skrobi. W procesie przyswajania zieleń zużywa się ciągle, lecz pod wpływem światła wytwarza się na nowo z protoplazmy.

Ziarnka zieleni nie znajdują się ani w korzeniu, ani w drzewie, tylko w tych częściach rośliny, które bezpośrednio wystawione są na promienie słoneczne. Tak np. kartofle, skoro leżą dłuższy czas na słońcu, zielenieją, gdyż w protoplazmie ich komórek tworzy się chlorofil. Ale nie we wszystkich roślinach tworzy się pod wpływem światła chlorofil. Grzyby i inne niższe

organizmy, a z wyższych roślin pomiędzy innemi także i kanianka czyli wylub, nie posiadają zieleni i dlatego nie są zdolne do pochłaniania kwasu węglowego z powietrza. Rośliny takie nie są więc w stanie tworzyć same organicznej materji, lecz muszą ją, podobnie jak zwierzęta, gotową jako pokarm przyjmować. Czerpią one zatem organiczną materją bądź z obumarłych roślin, jak grzyby — z próchnicy, bądź też — jako p a s o r z y t y — żyją kosztem żywych roślin, które im organicznej substancji dostarczają. Natomiast niektóre rośliny odmiennie zabarwione mogą także kwas węglowy asymilować, jak np. rozmaite kwiaty, czerwone buraki (o czerwonych liściach). Rośliny te zawierają także chlorofil, tylko jest on zakryty przez inne rozpuszczone w soku komórkowym barwniki.

Do procesu asymilacji oprócz chlorofilu potrzebne jest jeszcze działanie promieni słonecznych, jak to już dawniej zaznaczyliśmy. Możemy się łatwo o tem przekonać zapomocą bardzo prostego doświadczenia. Jeżeli roślinę wodną zanurzymy w wodzie (w szklanem naczyniu), to przy zwykłem świetle dziennem będzie ona asymilować kwas węglowy zawarty w wodzie, a na dowód tego wnet zaczną w wodzie unosić się perełki, które nie są niczem innem, jak wydzielonym tlenem. Im silniejsze światło ma przystęp do rośliny, tem większa ilość perełek się unosi, a najwięcej ich będzie w pełnym blasku słonecznym, podczas gdy w ciemnym pokoju perełkowanie ustanie zupełnie. Dlatego też widzimy, że roślina zawsze liście swe zwraca do słońca, (co obserwować można mianowicie przy pokojowych roślinach), celem zużycia jak największej ilości promieni słonecznych. — Widzimy też, że rośliny, które skutkiem zbyt gęstego siewu lub bujnego rozkrzewienia wzajemnie się ocieniają a zatem za mało mają światła, różnią się swym wyglądem od innych. Mają kształt wydłużony, łodygę wątłą, pozbawioną sztywności i przez to narażone są na wyleganie. Dlatego też siew rzędowy ma wyższość nad

rzutowym, ponieważ pozwala roślinom lepiej wyzyskać światło słoneczne*).

Najwięcej na światło wystawione są liście rośliny i one też przedewszystkiem produkują materję organiczną a w pierwszym rzędzie skrobią. Skrobia jednakże nie pozostaje w liściach, lecz przechodzi do łodyg a ztamtąd odbywa wędrówkę do innych części rośliny (korzeni, nasion itp.). Ponieważ jednakże skrobia jest nierozpuszczalna w wodzie i jako taka nie jest zdolna przechodzić przez błonę komórkową, więc wpierw pod wpływem obecnego w roślinach fermentu (zwanego diastazą) zamieniona zostaje w formę cukru, który rozpuszczony w soku komórkowym na mocy osmozy przenikać może przez ściany komórek**). Cukier albo przez proces oddychania zostaje rozłożony na kwas węglowy i wodę (p. str. 12) albo skoro dojdzie na miejsce, gdzie organizm go potrzebuje do budowy ciała, znów zamieniony zostaje na skrobię. Z skrobi zaś powstają przez dalsze przemiany, odbywające się w komórkach, wszelkie inne substancje organiczne, bądź węglowodany, bądź tłuszcze lub kwasy organiczne

*) Nie wszystkie gatunki roślin w równym stopniu potrzebują światła słonecznego, gdyż są takie, które tylko w ocienionych miejscach rozwijać się mogą (np. rośliny leśne). Na bakterje zaś i ich zarodniki światło słoneczne działa wręcz zabójczo, co niezmiernie jest ważnem dla zdrowia ludzi i zwierząt.

**) Zamiana skrobi na cukier odbywa się także w kłębach kartoflanych zimą. Skutkiem procesu oddychania, któremu kartofle podlegają, węgiel i wodor, zawarte w materji organicznej, utleniają się i zamieniają na kwas węglowy i parę wodną. Potrzebnego na ten cel materjału dostarczą nagromadzona w komórkach kartoflanych skrobia, lecz wpierw pod wpływem diastazy zamienia się na cukier, aby mogła krążyć z jednej komórki do drugiej, i dopiero potem rozłożona zostaje na kwas węglowy i wodę. Ponieważ przy temperaturze 0° proces oddychania prawie zupełnie ustaje a proces zamiany skrobi na cukier dalej się odbywa, więc kartofle, które np. w kopcu przez dłuższy czas wystawione były na temperaturę bliską 0°, nabierają smaku słodkiego. Kartofle takie bynajmniej nie są zmarznięte i jeżeli pozostawimy je przez pewien czas w ciepłem miejscu, to nabiorą zwykłego smaku, ponieważ nagromadzony w nich cukier przez oddychanie zostanie rozłożony.

a przez połączenie z azotem i siarką substancje białkowe. Widzimy więc, że skrobia jest zasadniczym produktem asymilacji. Ona bowiem dostarcza materjału potrzebnego roślinom nietylko do oddychania ale do wzrostu, czyli do budowy nowych komórek. O ile zaś zaraz nie zostanie zużyta, zostaje złożona w pierwotnej lub w zmienionej formie jako materja zapasowa. Takie materje zapasowe nagromadzają się np. w nasionach zbożowych i olejnych, w kłębach i korzeniach roślin okopowych i mają ten cel, aby, skoro nadejdzie czas kiełkowania, zaopatrzyć młodą roślinkę w potrzebny jej pokarm i dać jej możność wytworzenia nowych liści, zapomocą których będzie mogła pod wpływem światła słonecznego tworzyć nową substancję organiczną. Ponieważ zaś skrobia tylko w liściach i zielonych częściach rośliny powstawać może, więc z tego wynika, że usuwanie liści podczas wegetacji jest szkodliwe i tylko chyba w wyjątkowych razach może być wskazane*).

Powietrze dostarcza roślinom dostateczną ilość węgla w formie k w a s u w ę g l o w e g o, który przez pory liści wnika do wnętrza roślin. Wodor i tlen zaś czerpią rośliny głównie za pomocą korzeni w formie w o d y. Każda roślina ma więc tych trzech składników poddostatkiem; inaczej z azotem.

Azot wprawdzie w najmniejszej ilości występuje w materji organicznej, ale pomimo to zajmuje on pierwszorzędną rolę między innymi pierwiastkami, gdyż jest głównym składnikiem białka czyli proteiny, z której przeważnie składa się protoplazma komórek. Ponieważ w protoplazmie odbywają się najważniejsze funkcje życiowe rośliny, a nawet chlorofil jest wytworem protoplazmatycznym, więc obfitość protoplazmy jest głównym warunkiem silnej wegetacji roślin. To też żaden

*) Potrzeba taka może zachodzić przy nadmiernie bujnym wzroście liści, które tamują przystęp światła. Z tego powodu ścinamy pędy pszenicy, gdy zachodzi obawa wylegnięcia a wyjątkowo może być nawet pożytecznie, przyciąć zbyt bujne łęty kartofli lub przewałować cukrowe buraki (aby powstrzymać wzrost liści).

ze składników nie ma tak zadziwiającego wpływu na bujny wzrost roślin, jak azot.

Źródła, z których roślina czerpie pokarm azotowy, są bardzo skąpe. W powietrzu znajduje się wprawdzie niezmierzona ilość wolnego azotu, ale azot ten w wolnym stanie nie może roślinom wprost służyć na pokarm. Jedynie a m o n i a k i k w a s a z o t o w y są odpowiednią formą, w jakiej roślina azot przyswajać sobie może, a czerpie go ona za pomocą korzeni z ziemi. Oba te ciała występują w glebie bądź jako sole amonowe, bądź jako azotany (zwane saletrą) w niewielkiej bardzo ilości i jedynie w tej formie rozpuszczone w wodzie dostają się przez korzenie do wnętrza roślin. Do niedawna przypuszczano, że sole amonowe nie mogą służyć jako pożywienie dla roślin i że amoniak wpierw przez nitryfikację zamieniony być musi w formę saletry, zanim rośliny zużytkować go mogą. Udowodnionem jednakże jest, że wszystkie rośliny mogą pobierać azot w formie soli amonowych, lecz na wiele gatunków roślin kwas azotowy skuteczniej działa niż amoniak.

Niektóre jednakże gatunki roślin mogą azot w innej jeszcze formie użytkować, t. j. w stanie wolnym z powietrza. Są to rośliny strączkowe i koniczyny, należące do rodzaju m o t y l k o w a t y c h, do których z roślin uprawnych zaliczają się: groch, wyka, bobik, łubin, wszelkie koniczyny, esparceta, seradella i lucerna. Rośliny te nie potrzebują czerpać azotu z gleby, gdyż żywią się one azotem, zawartym w nieprzebranej ilości w powietrzu, a pozostałe po sprzęcie ich ściernisko i korzenie dostarczają glebie znaczny zapas azotu w formie organicznej. Własność zbogacania gleby przez rośliny strączkowe znano już dawno i dlatego uchodziły one zawsze jako znakomite przedpłody pod inne zboża; myślano jednakże, że wpływ użyźniający tych roślin ztąd pochodzi, iż posiadają więcej liści, niż rośliny kłosowe. Nowsze doświadczenia wykazały jednak, że zapomocą liści wymienione rośliny nie pochłaniają azotu

z powietrza, natomiast udowodniono, że żywią się one azotem za pośrednictwem bakteryj.

Korzenie wszystkich roślin motylkowatych zaopatrzone są w małe gruczołki wielkości najwyżej ziarnka grochu, po części mniejsze. Gruczołki te czyli brodawki są kolonjami b a k t e r y j, które z zawartego w glebie powietrza pochłaniają wolny azot i przerabiają go na związki organiczne (proteinę). Komórki tych brodawek przepełnione są związkami azotu i tym zapasem azotu żywi się cała roślina*). Podług analizy, korzenie łubinu zawierają 7,06% proteiny czyli 1,13% azotu, gruczołki ich zaś mają 45,31% proteiny, tj. 7,25% azotu. Młoda roślinka w pierwszem stadjum swego życia nie posiada jeszcze brodawek, to też skoro zapas azotu zawarty w nasieniu zużyje, skazana jest na to, aby czerpać azot za pomocą korzeni. Jeżeli go w glebie w dostatecznej ilości nie znajduje, wtenczas przestaje się rozwijać i przechodzi t. zw. okres głodowy, który trwa tak długo, dopóki bakterje nie dostaną się do korzeni. Wraz z ukazaniem się brodawek budzi się roślina do nowego życia, dostaje ciemnozielonych liści i, jeżeli ma dostateczny zapas innych składników, rozwija się normalnie. Bakterje zawarte w brodawkach nie są bynajmniej wytworem roślin; żyją one w wolnym stanie w glebie i ztąd wnikają w korzenie roślin, tutaj zaś rozmnażają się i powodują owe narosty brodawkowe. Po zamarciu rośliny, bakterje opuszczają korzenie roślinne i rozchodzą się w glebie. Zapomocą doświadczeń naukowych przekonano się, że bakterje te można przenieść z jednej gleby na drugą, i że można je zaszczepić wprost na korzeniu rośliny motylkowatej.

Zdaje się jednakże, że dla poszczególnych gatunków roślin motylkowatych istnieją specjalne odmiany bak-

*) Jest to to t. zw. s y m b i o z a, czyli współżycie odmiennych organizmów, które obudwom organizmom wychodzi na korzyść Bakterje nie mogą bowiem asymilować kwasu węglowego i czerpią organiczne związki węgla z rośliny wyższej, której odwrotnie dostarczają związków azotu.

teryj gruczołkowych, które nie w każdej ziemi się znajdują i nie dla każdego gatunku roślin są odpowiednie. To może być powodem, że niektóre rośliny motylkowate pomimo korzystnych nieraz warunków skutkiem braku odpowiednich bakteryj w glebie nie udają się. Zauważono mianowicie, że seradella pierwszy raz zasiana na jakiemś polu, zwykle chybia; po kilkorazowych próbach jednakże na tem samem miejscu (prawdopodobnie skutkiem romnożenia się właściwych bakteryj) osiągano nieraz znakomite sprzęty seradelli. Można więc przypuścić, że przez częstą uprawę tej samej rośliny da się wyhodować w ziemi odpowiednie bakterje. Również robiono doświadczenia z t. zw. szczepieniem gleby. Na glebie (murszowej), na której pomimo dostatecznej ilości nawozów rośliny strączkowe chybiały, nasypano pewną ilość ziemi z pól, na których rośliny te udawały się i przez to osiągano zadziwiające rezultaty; ilość domięszanej ziemi wynosiła od 1000—4000 kg na ha, a różnica w ilości użytej ziemi nie miała prawie żadnego wpływu na wysokość sprzętu. Z postępem nauki udało się odróżnić bakterje brodawkowe, odpowiednie dla każdej rośliny motylkowej i sztucznie wyhodować. W ten sposób powstały preparaty zwane nitraginą i azotogeną, któremi można szczepić rolę przed siewem roślin motylkowatych. Preparaty te zawierają rzeczywiste bakterje brodawkowe, lecz ponieważ są one rozmnażane sztucznie, więc nie zawsze w roli skutkują, jednakże w wielu wypadkach użyte zwłaszcza pod seradellę i łubin wydały nadzwyczaj korzystne rezultaty.

Jest więc udowodnioną rzeczą, że wszystkie rośliny motylkowate żywią się za pośrednictwem bakteryj wolnym azotem z powietrza. Nie należy przypuszczać jednakże, że nie mogą one zużywać azotu zawartego w glebie; przeciwnie, w glebie bogatej w azot lub świeżo nawiezionej azotem rośliny motylkowate, jak wszystkie inne, czerpią azot z ziemi zapomocą swych korzeni, i dopiero wtedy, skoro im składnika tego w glebie przybraknie, ściągają azot z powietrza. Na glebie obfitej

w azot tworzy się bardzo mało narostów na korzeniach, to też w takich warunkach mała ilość azotu atmosferycznego zostaje przez rośliny przyswojona. Na glebie (ubogiej w azot), w której nie ma jednakże odpowiednich bakteryj, rośliny motylkowate również brodawek na korzeniach nie mają i wogóle się nie udają. W takim razie, mianowicie na lekkiej ziemi, również i tam, gdzie pierwszy raz się sieje jakąś roślinę motylkową, użycie nitraginy lub azotogeny jest polecenia godnem.

Wszystkie niemotylkowe rośliny skazane są na to, aby korzeniami czerpać azot wyłącznie (lub przeważnie) z gleby, bądź w formie saletry, bądź też amoniaku. Istnieje jednak pewien rodzaj baktedyj w glebie, które bez współudziału żywych roślin pochłaniać mogą azot z powietrza i przez to zaopatrują rolę w związki azotowe, z których potem wszystkie rośliny korzystać mogą. Bakterje te, z których najważniejszy jest rodzaj zwany *azotobakter*, potrzebują do życia zapasu związków węgla, którego dostarcza im próchnica, przyorane ściernisko itd. a z substancji mineralnych przedewszystkiem kwasu fosforowego i wapna. Rozwijają one się najlepiej na glebie mocnej, jeżeli mają obfity przystęp powietrza (a więc przy uprawie ugorowej) i przy odpowiedniej temperaturze, której optimum wynosi 20—30° C.*). W każdym razie ilość azotu, którą dostarczają owe bakterje**) jest bardzo niewielka i nie może iść w po-

---

*) Zdaje się, że przyswajanie azotu przez powyższe bakterje zależne jest od pewnych wodorostów, mikroskopijnie drobnych zielonych roślin, któremi pokrywa się wilgotna powierzchnia roli, skoro osięgnie ona należyty stopień wydobrzenia. (Wodorosty wtedy nadają ziemi odcień zielonawy, który widzieć możemy, patrząc na rolę pod słońce). Zapewne wodorosty te także posiadają zdolność przyswajania wolnego azotu, lub być może, że czynią to w symbiozie z bakterjami.

**) I te bakterje próbowano sztucznie wyhodować i pod nazwą „alinitu" nawozić niemi rolę, lecz pomyślnych rezultatów nie osiągnięto. Obecnie pojawił się nowy preparat tego rodzaju, nazwany „Nitraginą U".

równanie z ilością dostarczaną przez bakterje brodawkowe.

Składniki mineralne. Popiół czyli substancja mineralna rośliny składa się z całego szeregu zasad i kwasów, w których występują następujące pierwiastki: siarka, fosfor, potas, wapń, magnez, żelazo, krzem, sód i chlor. Wszystkie te pierwiastki są także składnikami gleby, gdzie, jak widzieliśmy, zasady z kwasami połączone, tworzą sole. To też wszelkie składniki mineralne czerpie roślina wyłącznie z ziemi w formie soli rozpuszczonych w wodzie. Organem, który dostarcza roślinie pożywienia z ziemi, są korzenie. Korzenie rozgałęziają się w glebie, wypuszczają sieć odnóg cienkich jak włókna, a włókna te pokryte są delikatnymi włoskami czyli w ł o ś n i k a m i. Zapomocą włośników roślina czerpie z gleby wodę i rozpuszczone w niej części mineralne. Przejście substancyj mineralnych z gleby do korzeni roślin odbywa się przez proces dyfuzji i osmozy, a włókniki mają ten cel, aby powiększyć powierzchnią korzeni, przez którą woda wraz z rozpuszczonemi substancjami przenikać może. Przytem włośniki wydzielają pewien kwaśny sok roślinny, który rozpuszcza także substancje absorbowane przez glebę, a więc takie, które nie są wprost rozpuszczalne w wodzie. Jeżeli żyjącą roślinę wyjmiemy wraz z korzeniami z ziemi, to zauważymy, że włośniki są niejako z ziemią zrośnięte tak, że nawet przez dłuższe płukanie w wodzie, nie można ich z ziemi obmyć; jestto dowodem, że przy wrastaniu włośników w glebę działają pewne chemiczne czynniki. Włośników tem więcej wyrasta na korzeniach, im suchsza jest gleba, w której rosną, a rośliny wodne wcale ich nie posiadają. Co do kształtu korzeni, to niektóre z roślin uprawnych, jak trawy i zboża kłosowe, mają korzenie włókniste, które rozszerzają głównie w wierzchniej warstwie gleby, inne zaś, tj. rośliny motylkowe i olejne, mają korzenie wrzecionowate, które zapuszczają w głąb i przeważnie ze spodnich warstw czerpią materje odżywcze. Jakie ztąd wynikają różnice

pod względem wyczerpania gleby poznać można z następujących obliczeń. Na przestrzeni 1 hektara wynosiła ogólna masa korzeni*):

U roślin z korzeniem włóknistym:

	w górnej warstwie do głębokości 25 cm	w podglebiu głębiej niż 25 cm
pszenica	921 kg	751 kg
jęczmień	629 „	397 „
owies	1120 „	533 „
trawy łączne	2705 „	239 „
u roślin z korzeniem wrzecionowatym:		
lucerna	222 kg	549 kg
koniczyna	150 „	799 „
rzepak	197 „	637 „
mak	39 „	176 „

Części mineralne, z których składa się popiół, nie są bynajmniej przypadkowemi substancjami w ciele roślinnem, są one niezbędnie potrzebne do życia roślin, chociaż nie jest jeszcze zupełnie wyjaśnione, jaką rolę spełniają w organizmie. Zawartość popiołu w roślinach jest wogóle bardzo mała i zmieniać się może zależnie od gleby i nawożenia. Im więcej rośliny mają pokarmu do dyspozycji, tem więcej w składzie swym wykazują popiołu. W stosunku do całej masy roślinnej zawierają zielone rośliny 0,5—2,0% popiołu. W stosunku zaś do substancji suchej zawierają w okrągłych liczbach**):

	popiołu
zielona pasza i siano	6—8 %
ziarna zbóż	2—3 „
ziarna strączkowych	3—4 „
słoma zbóż i strączkowych	4,5—7 „
liście i łęty okopowych	11—16 „
korzenie i kłęby okopowych	2—6 „

Tablica umieszczona na końcu tego rozdziału podaje ilość i skład popiołu różnych części roślinnych, lecz nie

*) Podług doświadczeń Müntza i Girarda.

**) Schneidewind: „Die Ernährung der landwirtschaftl. Kulturpflanzen."

w stosunku do substancji suchej tylko w stosunku do substancji roślinnej (włącznie wody)*). Oprócz popiołu wyszczególniona jest tamże ilość wody i ilość azotu, zawartych w roślinach, z składników mineralnych zaś nie wymienione jest żelazo, którego tylko nieznaczne ślady znajdują się w popiele roślinnym.

Zastanowimy się teraz nad znaczeniem składników mineralnych, przechodząc je kolejno:

Siarka (S) właściwie także należy do składników organicznych rośliny, gdyż jest koniecznym składnikiem wszystkich ciał białkowych czyli proteinów, w których chemicznie jest złączona z węglem, wodorem, tlenem i azotem. Ponieważ jednakże przy spaleniu rośliny nie ulatnia się, lecz pozostaje jako kwas siarkowy (SO^3) w popiele, dlatego zalicza ją się zwykle do składników mineralnych. Roślina przyjmuje siarkę jedynie w formie siarkanów, t. j. związków kwasu siarkowego z zasadami, mianowicie z wapnem, z magnezem lub z alkaliami, i w tej formie też kwas siarkowy w popiele roślinnym występuje.

Fosfor (P) zachodzi w ciele roślinnem w formie fosforanów, t. j. związków kwasu fosforowego (P^2O^5). Kwas fosforowy tylko w jądrze komórkowem znajduje się jako część składowa białka, gdzieindziej nie występuje jako składnik ciał białkowych, lecz pomimo to jest ich regularnym towarzyszem tak, iż na każde dwie części azotu zawarte w białku, przypada prawie zawsze jedna część kwasu fosforowego. Niewątpliwie istnieje więc jakiś stosunek między kwasem fosforowym a proteinami, i zdaje się, że do utworzenia tychże oraz do krążenia ich w ciele roślinnem obecność kwasu fosforowego jest koniecznie potrzebną. W największej ilości znajduje się kwas fosforowy w ziarnach i nasionach, których popiół zawierać może 16—53% tegoż kwasu. Kwas

*) Tabela obejmuje nietylko części roślinne, lecz także i niektóre produkty pastewne, których składniki mineralne bądź przy rozważaniach nad zawartością obornika, bądź przy żywieniu zwierząt zasługują na uwagę.

fosforowy zachodzi w glebie w formie soli (fosforanów), które w wodzie prawie zupełnie są nierozpuszczalne, tylko niektóre z nich przez sok wydzielony z korzeni roślinnych roztworzone zostają.

W podobnym stosunku jak fosfor do proteinów stoi *potas (K)* do węglowodanów i prawdopodobnie jest on potrzebny do asymilacji kwasu węglowego. Pierwiastek ten występuje jako p o t a ż *) *(K^2O)* i znajduje się w największej ilości w tych częściach rośliny, które zawierają wiele węglowodanów, a więc w kłębach kartoflanych (skrobia) i korzeniach buraków (cukier).

Jak potaż w korzeniach roślin, tak w a p n o *(CaO)* nagromadzone jest przeważnie w liściach, to też rośliny liściaste w większej ilości go potrzebują, niż kłosowe. W ziarnach znajdujemy bardzo małe ilości wapna. Występuje ono w roślinie w związku z kwasami organicznymi, i często w formie kryształków osadzone jest w komórkach roślinnych. Wspólnie z wapnem zachodzi także m a g n e z j a *(MgO)* w roślinach, jednakże w mniejszej ilości niż wapno. Jedynie w ziarnach (a zwłaszcza w ich łusce) znajduje się znaczna ilość magnezji, i zdaje się, że bez magnezji roślina nie może utworzyć nasienia. Wogóle magnezja tak jak kwas fosforowy stale towarzyszy ciałom białkowym. Wapno i magnezja jako pokarm dla roślin najskuteczniejsze są w formie węglanów, zresztą wszystkie rozpuszczalne sole tych zasad służyć mogą na ten cel, jedynie związki z chlorem, t. j. chlorek wapnia i chlorek magnezu (w większych ilościach) działają szkodliwie na korzenie roślin.

W nadzwyczaj małej ilości zachodzi w popiele roślin *żelazo (Fe)*, chociaż stanowi ono składnik bardzo ważny, gdyż potrzebne jest do utworzenia chlorofilu. W braku żelaza chlorofil albo wcale się nie tworzy, albo też nie nabiera zielonego koloru, liście stają się blade i następuje zjawisko, które się nazywa chlorozą (ble-

---

*) patrz przypisek na str. nast.

dnicą) roślin. Żelazo przyjmuje roślina w formie soli tlenniku, podczas gdy związki tlenku żelaza szkodliwe są dla roślin.

Wszystkie wymienione dotychczas substancje są nieodzownymi składnikami ciała roślinnego i żadna roślina w braku któergokolwiek z nich rozwinąć się nie może. W każdej roślinie znajdują się jednakże oprócz powyższych, jeszcze trzy pierwiastki, t. j. sód, krzem i chlor; przekonano się jednakże, że można wyhodować rośliny także bez ich udziału. Dla niektórych gatunków roślin są i one ważne, a dla wszystkich roślin pożyteczne, i prawdopodobnie obecność ich może zastąpić niedostatek innych składników, a więc przyczynić się także do powiększenia sprzętu. Pokrewny z potasem pierwiastek *sód (Na)* nagromadza się w większej obfitości w słomie i liściach niż w ziarnie i korzeniach rośliny, jako tlenek zwany s o d ą *) *(Na^2O)*, jednakże w znacznie mniejszej ilości niż potaż. *Chlor (Cl)* ułatwia prawdopodobnie przemianę i wędrówkę skrobi w roślinach; zbyt wielka ilość chloru w glebie działa jednakże ujemnie. *Krzem (Si)*, który w popiele roślinnym znajduje się jako k r z e m i o n k a *(SiO^2)* w niektórych roślinach występuje w wielkiej ilości, jak np. w trawach i powoduje szorstkość i ostrość ich liści. Dawniejsze mniemanie, jakoby brak krzemionki w roślinach miał powodować wyleganie ich, nie ma żadnej podstawy; wyleganie zboża pochodzi jedynie od nadmiernie wybujałego wzrostu lub zbyt gęstego siewu, skutkiem czego rośliny wzajemnie się ocieniają i światło nie ma dostatecznego przystępu.

---

*) Właściwy p o t a ż i s o d a, które w handlu zachodzą, są węglanami potasu i sodu, w dziełku zaś niniejszem przez *potaż* lub *sodę* rozumiemy zawsze t l e n e k p o t a s u lub s o d u. Nazwy powyższe w naszej literaturze chemicznej już dawniej były w użyciu a praktycznemu ich zastosowaniu nie stoi nic na przeszkodzie, gdyż do pomyłek powodu dać nie mogą. Przyjęcie ich zaś przyczyniłoby się do usunięcia niemieckiego wyrażenia „Kali", którem dla oznaczenia tlenku potasu handel i rolnictwo u nas coraz częściej sie posługują.

Inne pierwiastki, których ślady czasami napotyka się w popiele niektórych roślin, są tylko przypadkowemi domieszkami i dla życia roślin nie mają znaczenia.

Zasilanie roślin. Zarówno powietrze, jak woda i gleba dostarczają roślinie pożywienia czyli t. zw. materyj odżywczych. Sucha substancja roślinna składa się do połowy swej wagi z węgla, drugą jej połowę stanowi przeważnie wodor i tlen wraz z małą ilością azotu i części mineralnych. Węgla, wodoru i tlenu ma każda roślina poddostatkiem, natomiast nie można tego samego powiedzieć o azocie i o niektórych składnikach mineralnych, które roślina z gleby pobiera. Średni sprzęt rozmaitych płodów wyciąga z jednego hektara ziemi następującą ilość substancyj odżywczych:

Gatunek roślin	Sprzęt z hektara wynosi kg	kg	Sprzęt z hektara zawiera: azotu kg	kwasu fosfor. kg	potażu kg	wapna kg
Rośliny kłosowe:	ziarna	słomy i plew				
Pszenica	2000	4000	60	26	36	11
Żyto	2000	4400	52	30	46	15
Jęczmień	2000	2600	48	20	36	15
Owies	2000	3600	56	22	28	17
Rośliny motylkowe:	ziarna	słomy i strączyn i. siana				
Groch	1600	2000	78	21	39	34
Bobik	2000	3000	131	33	94	29
Łubin	1300	1700	89	22	45	20
Koniczyna. . . .	—	8000	158	44	148	160
Lucerna	—	8000	184	43	120	200
Rośliny okopowe:	kłębów lub korzeni	łętów lub liści				
Kartofle	18000	3000	74	32	116	24
Buraki cukrowe .	30000	20000	135	45	225	55
Buraki pastewne .	40000	12000	108	44	246	30
Rośliny olejne:	ziarna	słomy i strączyn				
Rzepak.	1800	4000	78	40	60	80
Rośliny pastewne:		ziel. paszy lub siana				
Kukurydza . . .	—	60000	114	60	222	84
Siano łączne. . .	—	6000	92	26	96	56

Dostateczny zapas wszystkich tych składników w glebie jest koniecznie potrzebny do osiągnięcia dobrego sprzętu. Wysokość zaś sprzętu — o ile inne warunki sprzyjają — zależna jest głównie od tej substancji w glebie, którą stosunkowo w najmniejszej ilości roślina ma do dyspozycji*). Jeżeli zboże, które na jednym hektarze potrzebuje 40 kg kwasu fosforowego, znajdzie go w glebie tylko 20 kg, to chociaż wszystkie inne składniki będą w największej obfitości, pozostaną one bez należytego skutku i zboże nie wyda tego sprzętu, który przy 40 kg kwasu fosforowego możnaby osiągnąć. To samo stosuje się nietylko do kwasu fosforowego, ale i do każdego z pojedyńczych składników rośliny. W organizmie roślinnym bowiem żaden z wyżej wymienionych składników drugiego zastąpić nie może. Jeeżli zaś w jakikolwiek sposób dodamy roślinom brakującej substancji, to mogą one także i te inne substancje zużytkować, których mają w glebie poddostatkiem. Skutek ten osiągamy przez odpowiednie zasilanie roślin tj. przez dostarczanie potrzebnych im materyj odżywczych w stosownej formie i dostatecznej ilości czyli inaczej przez *nawożenie gleby*. Przy nawożeniu gleby czyli zasilaniu roślin chodzi więc przedewszystkiem o dostarczanie takich substancyj, które bądź to w niedostatecznej ilości znajdują się w glebie, bądź też zawarte tam są w związkach trudno rozpuszczalnych i dla roślin mało przystępnych. Są to z substancyj organicznych azot, z mineralnych zaś kwas fosforowy i potaż, a często także i wapno. Z tablicy przytoczonej na końcu rozdziału przekonujemy się, że rośliny uprawne tych właśnie składników najwięcej z gleby wyciągają; innych zaś substancyj rośliny tak mało potrzebują, że każda ziemia ma ich poddostatkiem.

---

*) Jest to zasada, na której opiera sie t. zw. prawo najmniejszej ilości, czyli *prawo minimum*. Zasada ta i dzisiaj jeszcze jest słuszna, chociaż prawo minimum w swem dawniejszem bezwzględnem znaczeniu wobec nowszych doświadczeń podane zostało w wątpliwość.

Niemniej przeto i z tamtych czterech składników którykolwiek, tj. kwas fosforowy, potaż lub wapno, także w dostatecznej ilości może znajdować się w glebie, a w takim razie dodawanie tegoż w formie nawozu byłoby bez pożądanego skutku. Jakich więc materyj odżywczych roślinom dodawać trzeba, to zależy w pierwszym rzędzie od rodzaju gleby, na której one mają rosnąć. Z reguły przyjąć należy, że im gorsza gleba, tem więcej potrzebować będzie nawozu do wydania należytego sprzętu. Z drugiej strony uwzględnić musimy, że sprzęt na słabszej ziemi zawsze będzie niższy niż na ziemi dobrej, a byłoby nieracjonalnem dawać więcej nawozu, niż rośliny w danym razie zużytkować mogą. Chcąc oznaczyć ilość nawozu, którą rośliny potrzebują, trzeba oprócz rodzaju gleby uwzględnić stan kultury, w jakim się ona znajduje i oprócz tego jej stan nawozowy, który zależny jest od zasobu materyj odżywczych, pozostałych w glebie po ostatnim nawozie, mianowicie stajennym (o ile on jeszcze skutkować może). Ostatecznie jednakże zarówno jakość jak i ilość materyj odżywczych, których dodawać należy roślinom, zależne są od gatunku roślin, dla których są przeznaczone. Lecz i tu jeszcze należy wziąć na uwagę następstwo płodów, gdyż jak wiadomo, jedne rośliny więcej glebę wyczerpują niż drugie, niektóre zaś pod pewnym względem ją użyźniają. Przechodziłoby ramy niniejszego rozdziału, gdybyśmy nad wszystkimi, wyżej zaznaczonymi szczegółami tutaj dłużej rozwodzić się chcieli, zastanowić się jednakże musimy nad zapotrzebowaniem materyj nawozowych przez najważniejsze gatunki roślin uprawnych, przyczem ile możności uwzględniać będziemy przedpłód tychże, a w niektórych razach także i stan nawozowy pola. Inne zaś względy, które są miarodawcze dla racjonalnego nawożenia gleby, stosowniej będzie omówić w rozdziale następnym przy opisie pojedyńczych nawozów. Rzeczą jest jasną, że wobec tak rozmaitych warunków, byłoby wprost niedorzecznością ustanawiać stałe przepisy nawozowe dla poszczególnych

gatunków roślin. Podane więc w następujących wywodach liczby bynajmniej nie mają służyć jako recepty, lecz uważać należy je raczej jako punkty wytyczne, które w praktyce z wielką oględnością i rozwagą stosować należy.

Z wyżej przytoczonej tabelki dowiadujemy się, ile azotu i substancyj mineralnych rozmaite płody muszą wyciągnąć z jednego hektara, aby wydać mogły średni sprzęt. Nie należy przypuszczać jednakże, aby dwa gatunki roślin, które zawierają tę samą albo podobną ilość składników, potrzebowały także równej ilości lub jakości nawozów. Pod tym względem rozmaite płody rolne, niezależnie od składu swego chemicznego, odrębne mają wymagania. Zapotrzebowanie nawozów nie zawsze idzie w parze z zawartością odpowiednich składników danej rośliny, a u niektórych roślin stoi jedno do drugiego w odwrotnym stosunku.

Jest np. rzeczą stwierdzoną, że rośliny tem więcej potrzebują nawozu azotowego, im mniej azotu zawierają w składzie chemicznym. Dalszych przykładów dostarczy nam zaraz pierwsza (podług tabelki) grupa roślin, objęta mianem **zbóż kłosowych***). Rośliny te odznaczają się wysokiem zapotrzebowaniem nawozu wogóle, ale pomimo, że wszystkie mniejwięcej równą ilość materyj odżywczych z gleby wyciągają, wymagania jednakże co do nawozu stawiają bardzo różne. Mianowicie stosuje się to do azotu, którego rośliny kłosowe w pierwszym rzędzie potrzebują.

Z pomiędzy roślin kłosowych p s z e n i c a wymaga największych zapasów pokarmu, szczególniej azotu w glebie. Dlatego też w płodozmianie daje jej się zwykle najkorzystniejsze miejsce, tj. na świeżej mierzwie i to po koniczynie lub innych pastewnych roślinach, należących do rodziny motylkowatych, po których sprzęcie

---

*) Niżej przytoczone normy nawozowe opierają się na dziele prof. Schneidewinda: „Die Ernährung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen" i na własnem doświadczeniu autora.

pozostaje w glebie znaczny zasób azotu zaczerpniętego z powietrza. Pszenica na świeżej mierzwie dodatku kwasu fosforowego potrzebuje chyba tylko na glebach w niego ubogich, azotu zaś tylko wtedy, jeżeli nie przychodzi po roślinach motylkowych i to w ilości 4—8 kg. danych na wiosnę. Dobre także stanowisko ma pszenica na drugoletniej mierzwie po rzepaku lub roślinach strączkowych a także po kartoflach; w takim razie jednakże należy przed siewem pszenicy dodać 8—10 kg kwasu fosforowego na ¼ ha, a na wiosnę 4—8 kg azotu, (po strączkowych mniej niż po rzepaku i kartoflach). Na mocnych glebach siewają pszenicę także po mierzwionych burakach a nawet po kłosowych roślinach; wtenczas zaleca się użyć 10—13 kg kwasu fosforowego i 10—15 kg azotu, z którego połowę lub mniej można dać przed siewem, resztę zaś na wiosnę jako wierzchni pognój. Poszczególne odmiany pszenicy różnią się także między sobą pod względem zapotrzebowania nawozów; im plenniejszy jest gatunek, tem więcej wymaga i opłaca nawozu azotowego i wydaje tam największe sprzęty, gdzie nasza krajowa pszenica by wyległa*). Latowa zaś pszenica pod względem nawozu ma jeszcze większe wymagania niż zimowa i szczególniej azotu potrzebuje bardzo wiele. Wogóle wszelkie nawozy pod pszenicę powinny być w formie szybko działającej i łatwo rozpuszczalnej użyte. Potażu pszenica potrzebuje dość dużo, lecz gleby pszenne mają go zwykle poddostatkiem i jeżeli pod pszenicę lub jej przedplód nawieziono obornikiem, obyć się bez niego można. W przeciwnym razie lub siejąc pszenicę na słabszych ziemiach należy dodać około 12 kg potażu na ¼ ha.

Żyto odznacza się silnie rozwiniętym systemem korzeni, który pozwala mu rozwijać się nawet na ubogiej glebie i przyswajać sobie trudniej rozpuszczalne związki, mianowicie azotu. Można jednakże z korzyścią siewać

*) W miejscach, gdzie pszenica łatwo podlega rdzy, należy dawkę azotu ograniczyć (lub dać jaknajwcześniej), gdyż nawóz azotowy (a zwłaszcza saletra) sprzyja rozwojowi rdzy.

żyto na świeżej mierzwie, albo też po zielono przyoranym łubinie, po którym zaleca się dodatek kwasu fosforowego. Żyto po roślinach kłosowych lub po kartoflach ma znacznie gorsze stanowisko, i potrzeba w takim razie dać 8—12 kg kwasu fosforowego i 5—12 kg azotu na ¼ ha. Mniejsze z przytoczonych dawek zastosować należy wtenczas, jeżeli przedpłód był nawożony obornikiem, ale tylko na glebach lepszych, gdyż na lekkiej glebie obornik w drugim roku bardzo mało skutkuje. Na ziemi lekkiej jednakże nawożenie unormowane być powinno podług wydajności gleby, gdyż na wilgotnym szczerku dawka azotu wynosząca do 15 kg na ¼ ha może być korzystną, gdy na suchym piasku więcej jak 8 kg użyć się nie opłaci. Również błędem byłoby na glebie lekkiej (piaszczystej) dawać nawóz azotowy na jesień (chyba w jaknajmniejszej ilości), gdyż nawóz ten zostałby wypłukany w podglebie. Na glebach lepszych zaś część azotu (2—5 kg) można dać już na jesień a resztę na wiosnę. Po sprzątniętych na ziarno roślinach strączkowych (motylkowatych) można dawki azotu zmniejszyć do połowy. Wogóle jednakże chcąc wyżej podane ilości azotu z korzyścią zastosować, należy wysiew żyta odpowiednio obniżyć, aby uniknąć strat przez wylegnięcie. Na glebach lekkich należy albo wprost pod żyto albo już pod przedpłód użyć 12—18 kg potażu na ¼ ha.

J ę c z m i e ń wymaga najwięcej ostrożności w użyciu nawozów. Na świeżej mierzwie, jako i przy większej dawce azotu wogóle, osiąga się ziarno szkliste, obfite w proteinę, które jest niezdatne do browaru. Dlatego najlepiej siać jęczmień w takiem miejscu, gdzie dodatku azotu jaknajmniej potrzebuje, t. j. na drugoletniej mierzwie po nawiezionych okopowych roślinach. Po burakach, które rolę więcej wyczerpują niż kartofle, na glebach niezbyt obfitych w azot można dodać 4—5 kg azotu. Jeżeli zaś przedpłód nie był nawieziony obornikiem, lub gdy jęczmień następuje po kłosowych roślinach, to dawkę trzeba podwyższyć (do 8 a nawet 10 kg) i przy większej

ilości lepiej dać ją w formie amoniaku niż saletry (o ile chodzi o jakość ziarna). Natomiast kwasu fosforowego pod jęczmień szczędzić nie należy, gdyż jęczmień niewielką ma zdolność przyswajania sobie tego składnika. Odpowiednia ilość wynosi 9—13 kg kwasu fosforowego na ¼ ha zależnie od tego, czy obornik dany był pod przedpłód lub nie. Niemniej wrażliwym jest jęczmień na potaż, który mianowicie na jakość ziarna korzystnie wpływa, podwyższając w niem zawartość skrobi: dawka potażu pod jęczmień (12—15 kg na ¼ ha), użyta na wiosnę, nawet na takich glebach, gdzie inne rośliny bez niego się obywają, w wielu razach przyczyniła się do podniesienia sprzętu; koniecznem zaś jest użycie potażu wtenczas, jeżeli jęczmień przychodzi po niemierzwionym przedpłodzie.

Owies ma ze wszystkich roślin kłosowych najsilniej rozwinięte korzenie, które mu pozwalają zużytkować trudno rozpuszczalne substancje i wyciągnąć niejako ostatnią siłę z gleby. Ztąd też pod względem nawozów wybrednym nie jest i dlatego udaje się na dość wyczerpanej i nienawożonej ziemi, ale z drugiej strony zdolny on jest wynagrodzić także silną dawkę azotu, a mianowicie saletry. Oprócz powiększenia plonu osiąga się przez nawóz azotowy (dany w formie saletry) podwyższenie proteiny w ziarnie, co — przeciwnie jak u jęczmienia — podnosi wartość owsa. Na urodzajnej ziemi w dobrej kulturze osiągano znakomity rezultat przy wyłącznem użyciu 12—15 kg azotu, na wyjałowionej roli trzeba oprócz azotu dodać kwasu fosforowego, przyczem 5 kg kwasu fosforowego obok 8 kg azotu jako średnią dawkę uważać można. Zarówno potaż jak kwas fosforowy owies sobie nadzwyczaj łatwo przyswaja; na niektórych jednakże glebach (piaszczystych lub murszowych) obudwóch tych składników dodać koniecznie mu trzeba, a czasami wymaga tego zasiana w owsie koniczyna. Również mierzwę stajenną i zielone nawozy owies znakomicie wyzyskuje, lecz wtenczas, tak samo jak przy wysokich dawkach azotu, zaleca się rzadki

siew, aby nie poległ. Na gruntach w wapno ubogich z korzyścią można użyć wapna pod owies, przez co dopomaga mu się do wyzyskania ostatnich zapasów nawozu w glebie. Zawsze jednakże pamiętać należy, że owies jest rośliną, która znacznie glebę wyczerpuje, to też pod następny płód nawozu nie powinno się skąpić.

Rośliny motylkowate odznaczają się tem, że jakkolwiek same zawierają dużo azotu, jednakowoż nawozu azotowego nie potrzebują, gdyż czerpią go zapomocą bakteryj gruczołkowych z powietrza. W pierwszym okresie wegetacji jednakże, tj. tak długo, dopóki gruczołki na korzeniach się nie wytworzą, rośliny te tak samo jak inne, żywić się muszą azotem w glebie zawartym. Na glebie w azot bogatej znajdą go one poddostatkiem, lecz na ziemiach mniej zasobnych niewielki dodatek azotu (2—4 kg) jest bardzo skuteczny. Z tego powodu i mierzwa stajenna pod niektóre rośliny strączkowe, jak g r o c h, w y k a i b o b i k działa bardzo skutecznie. W jakich warunkach rośliny te nawóz stajenny najlepiej wynagradzają, o tem wspomnimy w następnym rozdziale. Zawsze przecież użycie mierzwy w tym razie jest pewnem marnotrawstwem, gdyż traci się przez to azot, który rośliny te zużyćby mogły z powietrza; czy i o ile więc postępowanie takie się opłaca, tylko miejscowe warunki rozstrzygać mogą. Na niektórych glebach udają się te rośliny bardzo dobrze (a nawet lepiej) bez mierzwy stajennej, wtedy jednakże należy je zasilić kwasem fosforowym, którego wystarcza mniejsza dawka, gdyż zapomocą głębokich i silnie rozwiniętych korzeni przyswajają one go sobie dość łatwo. To samo stosuje się do potażu, którego w zwykłych warunkach, tj. na lepszych glebach roślinom strączkowym dowozić nie potrzeba; wyjątek stanowi wyka piaskowa (vicia villosa), którą uprawia się zwykle na glebach ubogich w potaż. Na murszach zaś rośliny strączkowe jak wszystkie inne bez nawozu potasowego obyć się nie mogą: groch wszakże i bobik posiadają tak wielką siłę

przyswajania sobie potażu, że i tutaj wystarczy im mniejsza dawka tegoż.

Dość rozpowszechnione u nas mięszanki powyższych roślin z kłosowemi (owsem i jęczmieniem), również wykę piaskową z żytem opłaci się siać na świeżej mierzwie, gdyż osiąga się wtedy pożywną paszę i obfite w proteinę ziarno. Z pomiędzy roślin strączkowych łubin i seradella zajmują o tyle odrębne stanowisko, że ani nawozu azotowego, ani fosforowego nie potrzebują i nie opłacają; prawdopodobnie czerpią one zapomocą głębokich swych korzeni kwas fosforowy wyłącznie z głębszych warstw gleby. Jedynie stosownym nawozem pod łubin i seradellę są sole potasowe w ilości około 35—50 ft. potażu na ¼ ha. Wszelkie gatunki koniczyny oraz lucerna należą także do roślin motylkowych i stosuje się do nich to samo, co powiedziano o grochu, wyce i bobiku. I one azotu potrzebują tylko w pierwszym okresie życia, t. zw. „głodowym“, zanim gruczołki się na korzeniach wytworzą. Głównie zaś dostarczyć im trzeba nawozu mineralnego i to na ziemi uboższej zarówno kwasu fosforowego, jak potażu. Ponieważ koniczyny wsiewa się zwykle w jakieś zboże kłosowe, dlatego nawozy dla nich przeznaczone użyć trzeba już pod te ostatnie. Pod lucernę która przez kilka lat pozostaje na miejscu zaleca się nawóz fosforowy w większej ilości dać przed siewem, a potaż w zwykłych dawkach używać corocznie. Rośliny motylkowate przeznaczone na zielony nawóz same dodatku nawozów nie potrzebują.

Wszystkie rośliny motylkowate możnaby słusznie nazwać roślinami wapiennemi, gdyż potrzebują znaczną ilość wapna. To też w braku wapna w glebie nie rodzą się one i tam gdzie potrzeba, opłacają po większej części wapnowanie. Jedynie seradella i łubin nie znoszą nawożenia wapnem; łubin nawet do tego stopnia, że na świeżo margłowanem polu zupełnie chybia, jeżeli równocześnie nie dostanie silnej dawki potażu.

Rośliny okopowe wymagają znacznej ilości materyi

odżywczych w glebie, a przedewszystkiem dużo azotu i potażu. Rośliny te z wszystkich najlepiej opłacają mierzwę stajenną i zielone nawozy.

Jeżeli pod kartofle daje się dostateczną ilość (5000 kg. na ¼ ha) mierzwy stajennej, to na dobrej glebie można się obyć bez dodatku azotu, jedynie na słabszej ziemi trzeba go dodać około 8 kg. Skoro zamiast na mierzwie stajennej kartofle przychodzą na dobrze udanym zielonym nawozie, to i na lekkiej ziemi dodatku azotu nie potrzebują. Jeżeli zaś kartofle sadzi się bez nawozu stajennego lub zielonego, co wogóle nie jest polecenia godne, to trzeba im dodać azotu 8—15 kg. Pierwsza dawka stosuje się do dobrej glinkowej gleby, ostatnia do lekkiej piaszczystej, o ile jest dosyć wilgotna, aby rośliny tę ilość azotu wyzyskać mogły. Zbyt wielka ilość azotu działa szkodliwie, gdyż obniża zawartość skrobi w kartoflach, to też jeżeli przedpłodem były rośliny motylkowate, to dawki azotu zmniejszyć należy o ¼—⅓ powyższych ilości. Kwasu fosforowego obok mierzwy stajennej kartoflom dawać nie potrzeba, chyba na słabych glebach (do 8 kg.), przy zielonym nawozie lub bez niego wystarczy im dodać 10—12 kg. Potażu kartofle wiele wymagają i, o ile nie są sadzone na mierzwie stajennej, trzeba im dodać 30 kg. potażu na ¼ ha. Potaż zawarty w mierzwie stajennej ziemniaki znakomicie wyzyskują, więc na dobrej glebie, dostatecznie nawiezionej obornikiem, potażu dodawać im nie potrzeba. Na lekkich glebach jednakże (i na niektórych lepszych gruntach) obok nawozu stajennego koniecznym jest jeszcze dodatek potażu (20 kg. na ¼ ha).

Buraki cukrowe również są wdzięczne za mierzwę stajenną jak kartofle i nawet większą jej ilość (do 7500 kg.) zużytkować są zdolne. Obok mierzwy stajennej dodać im trzeba 8—15 kg. azotu, 8—10 kg. kwasu fosforowego i na glebach na potas wrażliwych 12 kg. potażu. Wogóle jednakże buraki cukrowe mają o wiele większą zdolność przyswajania potażu niż kartofle. Zielony nawóz również buraki znakomicie wy-

zyskują. W takim razie jednakże trzeba dodać kwasu fosforowego 15—20 kg. a potażu 25—30 kg. Tę samą dawkę kwasu fosforowego i potażu trzeba dać, jeżeli (wyjątkowo) buraki się sieje bez obornika i bez zielonego nawozu, natomiast dawkę azotu trzeba wtedy podwyższyć na 15—23 kg. na ¼ ha. Azot najkorzystniej działa pod buraki w formie saletry i w większej ilości najlepiej go użyć w kilku dawkach. Ostatnią dawkę powinno się najpóźniej dać do 20 czerwca, gdyż w przeciwnym razie azot przyczyniłby się do obniżenia zawartości cukru. Kwas fosforowy potrzebują buraki szczególniej w pierwszym okresie wegetacji i dlatego nawóz ten powinien być dany zawsze w formie łatwo rozpuszczalnej (jako superfosfat). Obok azotu należy zawsze dodać dostateczną ilość kwasu fosforowego, o ile bowiem azot przyczynia się do bujnego wzrostu i przedłuża wegetację buraków, o tyle kwas fosforowy przyspiesza ich dojrzewanie i przez to wpływa na podwyższenie zawartości cukru.

Buraki pastewne potrzebują jeszcze więcej materyi odżywczych a zwłaszcza więcej azotu i potażu niż cukrowe, gdyż z powodu mniej głębokich korzeni nie mogą ich tak łatwo z gleby czerpać jak te ostatnie, to też najwyższą dawkę nawozu wskazaną dla buraków cukrowych można tu uważać za normalną. Zwrócić jednakże należy uwagę na to, że zbyt wysokie dawki azotu (i potażu) podwyższają sprzęt tylko pozornie, gdyż równocześnie obniżają zawartość suchej substancji w burakach pastewnych. Pod marchew wystarczy średnia ilość nawozów podana dla buraków cukrowych.

Rośliny niemotylkowate, zasiane na **zieloną paszę**, potrzebują przedewszystkiem wiele azotu, którego też szczędzić im nie należy, aby osięgnąć żyzną a więc w białko obfitą paszę. Wszelkie tego rodzaju rośliny pastewne korzystnie siać na świeżej mierzwie. O ile roślin tych nie sprząta się na ziarno, to kwas fosforowy nie ma dla nich zbyt wielkiego znaczenia i w małej ilości tylko może być potrzebnym. Najsilniejszy nawóz

azotowy znosi kukurydza, najmniej zaś wymagająca jest tatarka, która nawet na najuboższej ziemi jeszcze urośnie i bez znacznego dodatku nawozu obyć się może. Natomiast dla wszystkich tych roślin, mianowicie dla kukurydzy, dodatek potażu jest bardzo ważny, naturalnie na glebach, które tego potrzebują. Dla tatarki zasianej na ziarno, sole potasowe mają o tyle większe znaczenie, że zawierają przymieszkę chloru, który wpływa na podwyższenie plonu tatarki.

Rośliny **oleine** także wymagają w pierwszym rzędzie silnego nawozu azotowego. Średnia dawka dla r z e p a k u wynosi na ¼ ha 8—15 kg. azotu, 10—15 kg. kwasu fosforowego i 30 kg. potażu, albo też świeży nawóz stajenny, obok którego potażu dodawać nie potrzeba a dawki azotu i kwasu fosforowego ograniczyć można do połowy. R z e p i k trochę mniej wymaga nawozu a jeszcze mniej g o r c z y c a, która łatwo przyswaja sobie związki azotu zawarte w glebie. Na glebach murszowych, które ani azotu ani obornika nie potrzebują, nawozi się rośliny oleine wyłącznie kwasem fosforowym i potażem.

Łąki i pastwiska, jeżeli nie są użyźnione przez irrygację lub naturalne wylewy, potrzebują dowozu tych samych materyj odżywczych, co rośliny na roli uprawiane. Dla ł ą k odpowiednią dawką jest 10—12 kg. kwasu fosforowego i 20—40 kg. potażu na ¼ ha. Potaż i kwas fosforowy wpływa na rozwój roślin motylkowych na łące, przez co zyskuje się siano żyzne obfite w białko. Na glebach ubogich w wapno ważnem jest także zasilanie łąk wapnem. Przyczynia to się do podniesienia zawartości wapna w sianie, co ma wielkie znaczenie przy żywieniu zwierząt, dla których wapno jest ważnym składnikiem odżywczym. Na łąkach suchych i ubogich w próchnicę dowóz azotu także się opłaca, ale jedynie w formie kompostu i gnojówki; inne nawozy azotowe byłyby za drogie. Łąki murszowe i torfiaste mają dostateczny zasób azotu i potrzebują przedewszystkiem potażu a zwykle także i kwasu fosforowego. P a s t w i -

ska mniejszą ilość nawozu potrzebują niż łąki, (mniej-więcej połowę tyle), ponieważ zasilane są odchodami pasących się na nich zwierząt. Odchody te jednakże starannie rozrzucać należy, gdyż ma to wielki wpływ na dobroć pastwiska. Na tem kończymy przegląd roślin uprawnych.

Przy zasilaniu roślin ważnem jest wiedzieć, nietylko ile substancyj odżywczych rośliny z gleby wyciągają wogóle, lecz także w jakim okresie wegetacji najwięcej ich potrzebują. Od tego bowiem zależy czas, w jakim różnych nawozów używać należy, oraz forma (wolniej lub prędzej działająca), w której nawozy te dawać będziemy. Dlatego obok podajemy tablicę, która przedstawia przebieg stopniowego czerpania azotu (N), kwasu fosforowego (P^2O^5) i potażu (K^2O) przez niektóre rośliny uprawne*).

Resztę szczegółów dotyczących nawożenia gleby odłożyć musimy do rozdziału następnego. Tu jeszcze tylko zwrócimy uwagę na interesujący objaw z życia roślin, który dla nawożenia ziemi nie jest bez znaczenia.

Przez analizy chemiczne stwierdzono, że zawartość rozmaitych składników w roślinach podlega dość znacznym różnicom, i że różnice te mniej lub więcej zależne są od składu chemicznego ziemi i jej stanu nawozowego. Już wyżej zaznaczyliśmy (przy jęczmieniu, owsie i mięszankach roślin strączkowych), że przez nawożenie azotem można powiększyć zawartość białka (a więc azotu) w roślinach. Jeżeli bowiem roślina substancję jaką w glebie znajduje w obfitości, to chętnie zużywa jej więcej niż potrzebuje, i wtedy w swym składzie chemicznym substancji tej więcej zawiera, niż w zwykłych warunkach. I tak przez nawożenie potażem podwyższono zawartość potażu w słomie jęczmiennej z 0,99% na 6,43% (w procentach substancji suchej), a więc w drugim wypadku słoma zawierała 6½ razy

*) podług „Mitteilungen der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft" r. 1917.

Gatunek roślin	Na 1 hektarze potrzebują w miesiącach: marcu kg			kwietniu kg			maju kg			czerwcu kg			lipcu kg			sierpniu kg			wrześniu do listop. kg			Jako podstawę przyjęto sprzęt z 1 ha kg	zawartość sprzętu włącznie resztek ściernisk. kg		
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O		N	P_2O_5	K_2O
Żyto	12	5	19	29	12	11	16	9	20	19	8	9	15	6	5	—	-	—	5	1	3	30 m. ctr. ziarna z odpow. ilością słomy i resztek ściernisk.	96	41	97
Jęczmień . .	—	—		6	2	6	32	19	48	30	12	28	7	4	5	—	-	—	—	—	—	dto.	75	37	87
Kartofle . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26	10	36	56	22	92	20	9	48	—	1	7	200 m. ctr. z odpowiednią ilością łętów.	108	42	183
Buraki cukrowe	—	—	-	—	—	—	5	1	4	46	11	33	94	29	111	18	11	41	35	19	53	400 m. ctr. z odpowiednią ilością liści.	197	70	242
Brukiew . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	-	7	2	7	56	22	85	66	25	75	81	31	93	600 m. ctr. z odpowiednią ilością liści.	210	75	260
Marchew . .	—	—	—	—	—	—	2	1	2	3	1	4	62	21	101	84	50	190	12	9	37	600 m. ctr. z odpowiednią ilością naci.	163	82	334
Buraki cukrowe na nasienie .		—	—	8	4	13	18	7	30	22	11	40	35	16	61	37	13	56	—	—	—	30 m. ctr. z odpow. ilością słomy i resztek ścierniskowych	120	50	200
Groch. . . .	—	—	—	—	—	—	20	4	27	63	12	31	88	34	32	—	—	—	—	—	—	25 m. ctr. ziarna z odpow. ilością słomy i resztek ściernisk.	171	50	90
Rzepak . . .	—	—	—	1	15	58	—	14	17	3	—	—	—	—	—	—	—	—	115	40	94	20 m. ctr. ziarna z odpow. ilością słomy i resztek ściernisk.	115	69	159

tyle potażu, co w pierwszym, pomimo, że ilość sprzętu w obu wypadkach była mniejwięcej równa*). Przy niedostatecznej zaś ilości potażu w glebie nietylko, że sprzęt był znacznie mniejszy, ale i zawartość potażu w słomie spadła na 0,37%. To samo skonstatowano także co do innych składników. Możnaby więc za pomocą chemicznej analizy sprzątanych roślin wyciągnąć pewne wnioski o zawartości materyj odżywczych w glebie. Uwzględnić jednakże należy, że wybitne te różnice okazywały się przeważnie w składzie chemicznym słomy i liści roślin, ziarna zaś podlegały o wiele mniejszym różnicom. Najwięcej przecież pod tym względem na uwagę zasługują korzenie rośliny, a ponieważ owies należy do tych roślin, które hodowane są w najrozmaitszych warunkach gleby i klimatu, więc korzenie dojrzałego owsa nadają się najlepiej do powyższych spostrzeżeń; korzenie te zawierały w procentach substancji suchej:

	azotu	kw. fosf.	potażu
na bardzo jałowej glebie	0,5—0,6	0,08—0,10	0,08—0,10
„ średnio urodzajnej „	0,8—1,0	0,2—0,5	0,3—0,5
„ bardzo urodzajnej „	1,5 i więcej	0,8 i więcej	1,0 i więcej

Przytem zauważono, że owies sam wydaje wysokie sprzęty, jeżeli korzeń jego zawiera 0,9% azotu, 0,4 potażu, 0,3 kwasu fosforowego i 0,4% wapna. Jeżeli łubin ma się rodzić na tej glebie, to korzenie owsa musza więcej zawierać potażu, jeżeli zaś koniczyna ma się udać, to także więcej potażu, a mianowicie więcej wapna; do udania się pszenicy potrzeba, aby korzenie owsa zawierały zarówno więcej azotu jak kwasu fosforowego i potażu. Na łąkach zrobiono spostrzeżenie, że w glebie jest dostateczna ilość potażu, jeżeli siano zawiera więcej niż 2% potażu.

Liczby powyższe nie są absolutnie pewne i do zastosowania w praktyce się nie nadają głównie z tego powodu, że na zawartość składników w roślinie ilość

*) Wolff, Düngerlehre.

opadów także wielki wpływ wywiera. W każdym razie badania powyższe niemniej na uwagę zasługują, jak analiza chemiczna ziemi i wspólnie z nią wykonane mogą dać sposobność do interesujących spostrzeżeń.

TABLICA

składników mineralnych oraz wody i azotu zawartych w 1000 kg produktów roślinnych i zwierzęcych*).

Nazwa materjału	Woda kg	Azot kg	Popiół kg	Kw. fosfor. kg	Kw. siark. kg	Krzemionka kg	Chlor kg	Potaż kg	Soda kg	Wapno kg	Magnezja kg
1. Siano.											
Siano łączne	143	**15,5**	59,8	**4,3**	3,1	17,2	3,7	**16,0**	2,2	9,5	4,1
Koniczyna czerw., b. młoda	167	**35,5**	82,3	**10,0**	1,8	2,5	3,3	**29,7**	1,9	23,5	7,6
„ „ w pączkach	165	**24,5**	68,4	**6,9**	1,7	1,8	2,4	**25,3**	1,4	20,7	7,6
„ „ w kwieciu .	160	**19,7**	57,6	**5,6**	1,9	1,6	2,2	**18,6**	1,1	20,1	6,3
„ „ dojrzała. .	150	**12,5**	44,7	**4,4**	1,4	3,0	1,3	**10,0**	1,4	15,8	6,9
„ biała w kwieciu	165	**23,2**	61,1	**7,8**	4,5	2,7	2,6	**13,1**	4,4	18,4	5,8
Przelot w kwieciu . . .	167	**22,1**	53,2	**4,7**	0,7	1,7	6,6	**14,5**	0,7	27,7	2,5
2. Zielona pasza.											
Trawa młoda	800	**5,6**	18,1	**1,4**	1,0	4,6	1,1	**5,3**	0,7	2,5	1,2
Koniczyna czerw. w kwieciu	800	**4,8**	13,7	**1,3**	0,4	0,4	0,5	**4,4**	0,3	4,8	1,5
„ szwedzka „	820	**5,3**	8,6	**0,9**	0,4	0,3	0,5	**2,4**	0,3	2,9	1,1
Lucerna, pocz. kwitn. . .	740	**7,2**	19,2	**1,6**	1,1	1,8	0,6	**4,5**	0,3	8,5	0,9
Seradella w kwieciu . .	800	**4,8**	19,6	**2,2**	0,8	1,7	0,5	**7,7**	0,4	4,3	0,7
Kukurydza zielona . . .	829	**1,9**	10,4	**1,0**	0,3	1,9	0,5	**3,7**	0,5	1,4	1,1

*) podług E. Wolfa.

Nazwa materjału	Woda kg	Azot kg	Popiół kg	Kw. fosfor. kg	Kw. siark. kg	Krzemionka kg	Chlor kg	Potaż kg	Soda kg	Wapno kg	Magnezja kg
3. Kłęby i korzenie.											
Kartofle	750	**3,4**	9,5	**1,6**	0,6	0,2	0,3	**5,8**	0,3	0,3	0,5
Buraki pastewne	880	**1,8**	9,1	**0,8**	0,3	0,2	0,9	**4,8**	1,5	0,3	0,4
Brukiew	870	**2,1**	7,5	**1,1**	0,7	0,1	0,5	**3,5**	0,4	0,9	0,3
Marchew	850	**2,2**	8,2	**1,1**	0,5	0,2	0,4	**3,0**	1,7	0,9	0,4
Buraki cukrowe	815	**1,6**	7,1	**0,9**	0,3	0,2	0,3	**3,8**	0,6	0,4	0,6
4. Liście i łęty okopowych.											
Łęty kartofl. prawie dojrzałe	770	**4,9**	19,7	**1,6**	1,3	0,9	1,1	**4,3**	0,4	6,4	3,3
Liście bur. past.	905	**3,0**	14,6	**1,0**	0,8	0,5	2,3	**4,5**	2,8	1,6	1,4
„ brukwi	884	**3,4**	19,6	**2,0**	2,3	2,1	1,5	**2,8**	0,8	6,5	0,8
„ bur. cukr.	897	**3,0**	15,3	**0.7**	0,8	1,6	1,3	**4,0**	2,0	3,1	1,7
Nać marchwi	822	**5,1**	23,9	**1,0**	1,8	2,4	2,4	**2,9**	4,7	7,9	0,8
5. Ziarna.											
Pszenica	144	**20,8**	16,8	**7,9**	0,1	0,3	0,1	**5,2**	0,3	0,5	2,0
Żyto	143	**17,6**	17,9	**8,5**	0,2	0,3	0,1	**5,8**	0,3	0,5	2,0
Jęczmień	143	**16,0**	22,3	**7,8**	0,4	5,8	0,2	**4,7**	0,5	0,6	2,0
Owies	143	**17,6**	26,7	**6,8**	0,5	10,5	0,3	**4,8**	0,4	1,0	1,9
Kukurydza	144	**16,0**	12,4	**5,7**	0,1	0,3	0,2	**3,7**	0,1	0,3	1,9
Tatarka	140	**14,4**	11,8	**5,7**	0,2	—	0,2	**2,7**	0,7	0,5	1,5

Bobik	145	**40,8**	31,0	**12,1**	1,1	0,2	0,5	**12,9**	0,3	1,5	2,2
Groch	143	**35,8**	23,4	**8,4**	0,8	0,2	0,4	**10,1**	0,2	1,1	1,9
Wyka	143	**44,0**	26,6	**9,9**	1,0	0,3	0,7	**8,0**	2,1	2,1	2,4
Łubin	130	**56,6**	37,0	**14,2**	3,2	0,1	0,3	**11,4**	0,3	2,8	4,5
Rzepak	118	**31,1**	39,2	**16,6**	0,9	0,5	0,1	**9,6**	0,6	5,5	4,6
Koniczyna czerwona	150	**30,5**	38,3	**14,5**	0,9	0,5	0,5	**13,5**	0,4	2,5	4,9
6. Słoma.											
Pszenna	143	**4,8**	46,0	**2,2**	1,1	31,0	0,8	**6,3**	0,6	2,7	1,1
Żytnia	143	**4,0**	38,2	**2,5**	1,6	18,8	0,8	**8,6**	0,7	3,1	1,2
Jęczmionka	143	**6,4**	45,9	**1,9**	1,8	23,4	1,5	**10,7**	1,6	3,3	1,2
Owsianka	143	**5,6**	61,6	**2,8**	2,0	28,8	2,7	**16,3**	2,0	4,3	2,3
Słoma kukurydzy	150	**4,8**	45,3	**3,8**	2,4	13,1	0,6	**16,4**	0,5	4,9	2,6
„ tatarki	160	**13,0**	51,7	**6,1**	2,7	2,9	4,1	**24,2**	1,1	9,5	1,9
„ bobiku	160	**16,3**	44,9	**2,9**	1,8	3,2	2,0	**19,4**	0,8	12,0	2,6
„ łubinu	160	**9,4**	42,6	**2,5**	3,4	1,2	1,4	**17,7**	1,3	9,7	3,4
Grochowiny	160	**10,4**	43,1	**3,5**	2,7	2,9	2,3	**9,9**	1,8	15,9	3,5
Wyczanka	160	**12,0**	44,1	**2,7**	3,3	3,6	2,2	**6,3**	6,9	15,6	3,7
Rzepaczanka	160	**5,6**	41,3	**2,5**	3,1	2,6	3,5	**11,3**	3,9	11,7	2,5
7. Plewy i strączyny.											
Pszenne	143	**7,2**	92,0	**4,0**	—	74,7	—	**8,4**	1,7	1,7	1,2
Żytnie	143	**5,8**	82,7	**5,6**	0,1	66,4	0,4	**5,2**	0,3	3,5	1,1
Jęczmienne	143	**4,8**	118,6	**2,4**	3,6	85,6	0,8	**9,3**	1,1	12,5	1,5
Owslane	143	**6,4**	71,2	**1,3**	3,5	50,4	0,8	**4,5**	2,9	4,0	1,5
Bobikowe	150	**16,8**	54,7	**2,7**	1,2	0,3	1,0	**35,5**	1,3	6,8	6,0
Łubinowe	143	**7,2**	19,1	**1,0**	0,4	0,9	0,3	**9,4**	1,3	4,4	0,8
Rzepakowe	140	**6,4**	70,1	**3,7**	6,4	0,8	3,5	**9,5**	3,0	35,1	5,8

Nazwa materjału	Woda kg	Azot kg	Popiół kg	Kw. fosfor. kg	Kw. siark. kg	Krzemionka kg	Chlor kg	Potaż kg	Soda kg	Wapno kg	Magnezja kg
8. Produkty przemysł.											
Otręby pszenne	131	**22,4**	53,5	**26,9**	—	0,2	—	**15,3**	0,3	1,5	9,0
„ żytnie.	125	**23,2**	71,9	**34,4**	—	1,4	—	**19,4**	0,5	2,1	11,4
Mąka past. ryżowa. . .	100	**19,1**	54,7	**23,8**	0,2	10,3	—	**6,1**	1,2	1,2	9,5
Kiełki słodowe	80	**36,8**	67,6	**18,2**	2,7	14,9	4,7	**20,8**	1,2	1,9	1,9
Makuchy rzepakowe . .	113	**50,5**	57,0	**20,0**	3,4	2,9	0,4	**13,0**	1,9	7,1	7,3
„ z orzecha ziemn.	104	**75,6**	39,7	**13,1**	0,9	1,2	0,9	**15,0**	0,9	1,6	5,2
„ lniane	122	**47,2**	51,3	**16,2**	1,7	6,4	0,4	**12,5**	0,8	4,3	8,1
„ kokosowe. . .	127	**37,4**	53,3	**13,0**	1,8	1,8	6,2	**19,6**	1,5	5,5	3,0
„ palmowe . . .	100	**25,9**	26,1	**11,0**	0,5	0,8	—	**5,0**	0,2	3,1	4,5
„ słonecznikowe .	103	**59,7**	49,7	**21,5**	1,0	0,3	0,3	**11,7**	—	5,4	8,1
Wywar kartofl.	930	**1,6**	6,6	**1,3**	0,5	0,2	0,2	**3,0**	0,5	0,3	0,6
Wytłoki.	948	**0,8**	3,3	**0,2**	0,1	0,7	0,1	**0,3**	0,1	1,1	0,2
Włókno kartofl.	850	**1,3**	1,1	**0,3**	—	—	—	**0,2**	—	0,5	0,1
Melasa	172	**12,8**	82,6	**0,5**	1,6	0,3	8,2	**58,7**	10,1	4,1	0,3
9. Produkty zwierzęce.											
Mleko krowie.	875	**5,4**	7,2	**2,0**	0,1	—	1,0	**1,7**	0,4	1,7	0,2
„ odtłuszczone . . .	911	**4,6**	7,9	**2,2**	0,3	—	0,9	**2,1**	0,5	1,7	0,2
Młodziwo (siara). . . .	730	**30,7**	11,8	**3,3**	—	—	1,3	**0,9**	0,7	4,1	0,2
Serwatka	933	**0,9**	5,4	**0,9**	0,2	—	0,8	**1,7**	0,7	1,0	—
Mąka mięsna past. . . .	115	**116,5**	15,9	**6,9**	0,2	0,1	0,3	**0,9**	0,5	3,6	0,6

ROZDZIAŁ V.

NAWOZY NATURALNE.

Nawozy, którymi rolnik może żywić rośliny i użyźniać swe pola, dzielą się na takie, których własne gospodarstwo dostarcza, tj. nawozy naturalne, i te, które przemysł sztucznie wytwarza czyli nawozy sztuczne.

Do nawozów naturalnych należą odchody zwierzęce i ludzkie, odpadki z gospodarstwa i nawóz zielony (roślinny). Nawozy te dostarczają roślinom wszelkich materyj odżywczych a oprócz tego zawierają znaczną ilość substancji organicznej, która, zamieniając się w próchnicę, polepsza własności fizykalne gleby.

1. Nawóz stajenny.

Głównym reprezentantem nawozów naturalnych i najważniejszym ze wszystkich nawozów wogóle jest nawóz stajenny, mierzwa czyli obornik. Wysokie znaczenie obornika polega na tem, że nietylko dostarcza on roślinom wszystkich materyj odżywczych w tym samym prawie stosunku i w tej formie, w jakiej rośliny je potrzebują, ale że przytem zawiera znaczną ilość substancji organicznej, która powiększa zapas próchnicy w glebie i przez to nadzwyczaj korzystnie działa zarówno pod względem fizykalnym jak i chemicznym. Nawóz stajenny wywołuje tak pożądany dla

roślin stan sprawności gleby, przyczynia się do jej przewietrzenia, spulchnienia i ogrzania, reguluje w glebie siłę przytrzymywania wilgoci i powiększa jej zdolność absorbcji; dalej tworzą się przy rozkładzie mierzwy rozmaite gazy (amoniak, kwas azotowy, kwas węglowy), które przyspieszają rozkład części mineralnych w glebie. To też nie dziw, że rolnik od najdawniejszych czasów uważał obornik za źródło urodzajności swych pól, i że do dzisiajszego dnia jest on najwyżej cenionym a w wielu jeszcze gospodarstwach wyłącznie używanym środkiem nawozowym.

Nawóz stajenny składa się z odchodów inwentarza, płynnych i stałych, i z pomięszanego z nimi podściołu. Materje odżywcze, tj. azot i składniki mineralne, zawarte są głównie w odchodach zwierzęcych, słańsko zaś ma mniejszą wartość odżywczą, lecz za to dostarcza przeważnie substancji organicznej. W 1000 kg. świeżej mierzwy stajennej mieści się przecięciowo:

wody	. . . .	750 kg
części organicznych	sucha subst. . . .	212 „
części mineralnych	. . .	38 „
		1000 kg

W substancji organicznej znajduje się azotu około 4 kg., części mineralne zaś zawierają 1¾ kg. kwasu fosforowego, 4½ kg. potażu, 5 kg. wapna, 1¼ kg. magnezji, oprócz tego kwas siarkowy, chlor, żelazo, sodę i krzemionkę.

Odchody zwierzęce. Stałe odchody są wydzieliną żołądka i kiszek i zawierają niestrawione resztki paszy; nazywamy je gnojem lub k a ł e m. Płynne odchody zaś zawierają oprócz wody, zużyte i rozłożone części krwi i ciała zwierzęcego i wydzielone zostają w nerkach jako m o c z czyli uryna.

Skład tych odchodów i wartość ich nawozowa mogą być bardzo rozmaite i w pierwszym rzędzie zależne są od pożywienia zwierząt. Im silniej żywiony inwentarz, tem lepszą daje mierzwę i odwrotnie. W odchodach

zwierzęcych znajdujemy bowiem wszystkie składniki, które zawarte były w paszy zwierząt, z wyjątkiem tych substancyj, które przez skórę i płuca zostały wydzielone. Substancje te, wydzielone z organizmu jako pot i oddech, składają się wyłącznie prawie z węgla, wodoru i tlenu, większa część zaś azotu i składników mineralnych pozostaje w mierzwie. Z tego nie wynika jednakże, aby azot i części mineralne pokarmów bezużytecznie przechodziły przez organizm zwierzęcy; przeciwnie, pewna ich część zostaje strawiona i służy do zasilania krwi i do odnawiania zużytych części ciała zwierzęcego. Ponieważ jednakże w to miejsce zużyte części organizmu wydzielone bywają w moczu, więc można przyjąć, że zwierzę oddaje w odchodach prawie tę samą ilość azotu i substancyj mineralnych, którą z pokarmu strawiło. — Jako dowód posłuży nam następujący przykład*): Wół wagi 500 kg. dostawał dziennie tyle paszy, ile potrzebował do utrzymania życia, tj. tak, aby ani nie przybierał, ani nie tracił na wadze. Pasza dzienna zawierała w kg.:

	węgla	wodoru	azotu	tlenu	popiołu	subst. suchej
	4,70	0,64	0,15	4,25	0,73	10,47
Z tego wydzielone zostało:						
w kale	2,15	0,27	0,07	1,65	0,45	4,59
w moczu	0,15	0,02	0,08	0,15	0,28	0,68
razem	2,30	0,29	0,15	1,80	0,73	5,27
ubytek	2,40	0,35	—	2,45	—	5,20

Ubytek składał się więc tylko z węgla, wodoru i tlenu, które wydzielone zostały przez płuca jako kwas węglowy i para wodna.

Powyższy przykład stosuje się jednakże tylko do tych zwierząt, które na wadze nie przybierają i które prócz mierzwy nic więcej nie produkują jak np. konie i woły robocze. Wszystkie zwierzęta zaś, które produ-

*) Doświadczenie Henneberga i Stohmanna.

dują mięso, mleko lub wełnę, zatrzymują większą ilość powyższych składników, niż uryna ich zawiera, i nadwyżkę tę zużywają bądź na przyrost ciała zwierzęcego (mięsa, kości, tłuszczu, wełny), bądź też wydzielają ją w formie mleka. Zwierzęta te zużywają mianowicie azot i kwas fosforowy w większej ilości, tak iż np. krowa z całego azotu zawartego w paszy, wydziela w odchodach tylko około 78% i tyleż kwasu fosforowego, potażu zaś około 90%. Te same liczby (oprócz potażu) odnoszą się także i do młodocianego bydła, które potrzebuje znaczną ilość azotu na produkcję krwi i mięsa i kwasu fosforowego na wytworzenie kości. Natomiast owce zużywają stosunkowo bardzo mało azotu i nieznaczną ilość składników mineralnych. Biorąc przeciętną z wszystkich zwierząt gospodarczych (oprócz świń) można przyjąć, że na 100 części azotu, zawartych w paszy inwentarza, wydzielone zostają w mierzwie 87 części, z składników mineralnych zaś 98 części.

Większa część azotu wydzielaną bywa w moczu, mniejsza część zaś znajduje się w kale, (wyjątek stanowi mocz od świń, który zawiera mniejszą ilość azotu, niż kał). Z pojedyńczych substancyj mineralnych zawiera mocz wielką ilość potażu, kwas zaś fosforowy wszystek prawie wydzielany bywa w kale. Ponieważ kał składa się przeważnie z niestrawionych części paszy, więc związki azotu znajdują się tu w formie nierozpuszczalnej (jako białko) i dopiero przez powolny rozkład w glebie stają się przystępne dla roślin. W miarę tego rozkładu azot pod wpływem drobnoustrojów zamienia się na amoniak, który następnie ulega dalszej przemianie na kwas azotowy. Oprócz związków azotowych kał zawiera znaczną ilość błonnika (cellulozy) i innych niestrawionych bezazotowych związków, które wspólnie z związkami azotowemi rozkładając się w glebie, tworzą próchnicę, przyczem równocześnie powstaje kwas węglowy, woda i cuchnące gazy, jak siarkowodor (HS^2) i węglowodor (HC^4). Mocz ma o wiele większą wartość nawozową niż kał, gdyż zawiera już rozłożone i w wodzie

rozpuszczone składniki i dostarcza roślinom gotowego pokarmu, mianowicie azotu i potażu. Azot w moczu znajduje się przeważnie jako m o c z n i k *(CH^4N^2O)*, który skutkiem działania bakteryj bardzo szybko rozkłada się na węglan amonu. Dlatego też azot zawarty w moczu szybko działa w glebie, ale na powietrzu węglan amonu bardzo łatwo rozpada się na swe składniki, tj. kwas węglowy i amoniak, które się ulatniają. Zapach amoniaku unoszący się z mierzwy — zwłaszcza końskiej — dowodzi, w jak wielkiej ulatnia on się ilości.

Odchody różnych gatunków zwierząt gospodarczych różnią się znacznie od siebie i nadają mierzwie odrębne własności. B y d ł o r o g a t e spożywa przeważnie wodnistą paszę, dlatego odchody jego zawierają wiele wody a stosunkowo mało azotu. Z tego powodu mierzwa bydlęca wolno się rozkłada i nazywamy ją chłodną mierzwą, gdyż nie zagrzewa się tak silnie, jak inne gatunki obornika. Zagrzewanie się mierzwy zależne jest przedewszystkiem od ilości mocznika, który najprędzej rozłożony zostaje przez bakterje, przez co podnosi się temperatura mierzwy, a następnie od ilości wody, która przeciwny skutek wywiera. Im więcej bowiem wody mierzwa zawiera, tem mniej posiada ona materjału zdatnego wogóle do rozkładu i odwrotnie. Przytem gnój bydlęcy jest spoisty i po wyschnięciu zamienia się w zbitą masę, co także jest powodem powolnego rozkładu, gdyż utrudnia przystęp powietrza. Działalność mierzwy bydlęcej w ziemi jest powolna, ale trwa za to 3—4 lat. Odchody k o ń s k i e są suche i obfite w azot i skutkiem tego dają mierzwę gorącą, która się szybko rozkłada. Dlatego najlepiej mięszać ją z chłodną mierzwą od bydła lub świń. Konie nie żują i nie trawią tak dobrze paszy jak bydło, dlatego gnój koński jest luźny, wysycha szybko (przez parowanie) i powietrze ma łatwy do niego przystęp. Odchody o w i e c mają podobne własności jak końskie, tylko zawierają jeszcze więcej azotu, a mniej wody. Gdy bydło na 1 kg. substancji suchej w paszy przyjmuje 4—6 kg. wody, to owce prze-

cięciowo potrzebują tylko 2 kg. wody. To też owcza mierzwa jest najsuchsza ze wszystkich, przytem gorąca i działa bardzo silnie i szybko, ale niewiele dłużej nad dwa lata. Odchody świń mają stosunkowo najmniejszą wartość, ponieważ mocz ich jest nadzwyczaj wodnisty i zawiera bardzo mało azotu; z tego powodu mierzwa od świń jest zimna i bardzo wolno działa. Stosunek substancji suchej w świeżych odchodach do zawartej w nich wody ma się u bydła jak 1 : 7,0, u owiec = 1 : 3,5, u koni = 1 : 3,8, u świń = 1 : 18,2. Dlatego też świnie potrzebują ogromną ilość ściółki, która także nie przyczynia się do podniesienia wartości mierzwy. Przy silnem jednakże pasieniu (tuczu) świń, odchody ich znacznie zyskują na wartości, a mierzwa podobnych nabiera własności jak bydlęca.

Przeciętną zawartość najważniejszych składników w moczu i kale wykazuje następująca tablica*):

	w kale			w moczu		
	azot %	kw. fosf. %	potaż %	azot %	kw. fosf. %	potaż %
od bydła	0,30	0,28	0,14	1,00	0,15	1,55
„ koni	0,50	0,30	0,33	1,52	ślady	1,65
„ owiec	0,62	0,30	0,17	1,58	0,13	1,85
„ świń	0,60	0,60	0.50	0 64	0,16	0,80

Podściół dawany inwentarzowi ma przedewszystkiem ten cel, aby pochłonąć wszystkie płynne odchody i przez to powstrzymać zbyt szybki rozkład nawozu i dać zwierzętom suche i wygodne legowisko.

Jednym z najlepszych i powszechnie używanym materjałem na podściół jest słoma. Dostarcza ona jak wiemy bardzo wiele substancji organicznej, z której się tworzy próchnica w glebie, natomiast materyj odżywczych posiada niewiele. Z zawartego w słomie azotu pewna część przez długi czas pozostaje nierozłożona

*) podług A. Stutzera.

w glebie. Słomy na podściół potrzeba dziennie dla 1 sztuki:

bydła	3—6	kg.
konia	2—4	„
owcy	¼—½	„
świni	1½—4	„

Bardzo dobrze jest, słomę przeznaczoną na podściół porznąć na sieczkę 10—15 cm. długą, przez co powiększa się jej siłę pochłaniania wilgoci; sieczki takiej potrzeba o ⅓ mniej niż targanej słomy i zyskuje się przytem mierzwę, która łatwiej się daje rozdzielić i przyorać. Jeżeli potrzebnej ilości słańska nie ma do dyspozycji, wtenczas płynne odchody zawsze odpływać będą i trzeba za pomocą odpowiednich ścieków odprowadzać je do osobnego zbiornika.

Materjałem, który prawie zupełnie zastępuje słomę, a nawet pod wielu względami ją przewyższa, jest ś c i ó ł k a t o r f o w a. Przedewszystkiem odznacza się ona znacznie większą siłą pochłaniania wilgoci, niż słoma, tak, iż przy używaniu jej można się obyć bez zbiorników do gnojówki. Jeden kg. ściółki torfowej pochłania 7—9 kg. wody, gdy 1 kg. słomy (nawet porzniętej na sieczkę) tylko 3—4 kg. wody pochłonąć może. Na podściół wystarczy o ¼ mniej dać ściółki torfowej niż słomy, a przytem ściółka torfowa nieraz jest tańsza. Oprócz wody ściółka torfowa absorbuje ulatniający się amoniak tak, że przy używaniu jej w stajniach nie czuje się prawie zapachu tegoż. Ponieważ jednakże ściółka torfowa trudniej się rozkłada niż słoma, więc na gleby ciężkie i mokre, gdzie powietrze mało ma przystępu, nie jest odpowiednia. Natomiast na lżejszej glebie mierzwa ze ściółką torfową działa o wiele korzystniej, niż ze słomą.

Oprócz słomy i ściółki torfowej używane są jeszcze na podściół ś c i ó ł k a l e ś n a i ziemia. Pierwsza składa się z igliwia i liści opadłych z drzew i powinnaby tylko w ostatecznym razie być używana, gdyż wy-

grabianie jej jest dla lasu szkodliwe. Przytem ściółka leśna nie pochłania zbyt wiele wilgoci i daje zbitą i spoistą mierzwę, która w ziemi trudno się rozkłada i łatwo wytwarza kwaśny humus. Chcąc zastąpić słomę, stosowniej będzie zamiast ściółki leśnej, używać z i e m i. Ziemia zapobiega szybkiemu rozkładowi mierzwy i znakomicie pochłania amoniak. Najodpowiedniejsza na podściół będzie ziemia murszowa, która ma największą siłę pochłaniania wilgoci i amoniaku. Jeżeli próchnicy na 1 sztukę bydła wystarczy 20 kg. dziennie, to piasku potrzebaby 100 kg. i więcej. Ziemi gliniastej nie powinno się używać na ten cel, gdyż, jak wiemy, glina posiada te niekorzystne własności, że w stanie mokrym maże się i lepi, a następnie zsycha się w twarde bryły. Ziemia na podściół powinna w każdym razie być zupełnie sucha, to też najlepiej mieć ją pod dachem (a przynajmniej trzeba ją dobrze okryć), aby uchronić przed deszczami. Ziemia jako ściółka spełnia tylko o tyle swe zadanie, że konserwuje mierzwę, wygodnego legowiska zaś bydłu nie daje, to też tylko w części zastąpić może słomę. Najlepiej nadaje się ziemia do suchej owczej mierzwy, która zawiera bardzo mało moczu; trzeba tylko każdą warstwę ziemi przesłać słomą, aby owce miały cieplejsze legowisko. W chlewach ziemi na podściół używać nie można, gdyż świńska mierzwa jest zbyt mokra.

Produkcja i skład mierzwy. Z powyższych wywodów wynika, że ilość wyprodukowanej mierzwy zależna jest: 1) od ilości paszy, 2) od ilości ściółki. Na mocy licznych doświadczeń przekonano się, że na 100 kg. substancji suchej, zawartej w paszy, zwierzęta gospodarcze wydzielają przeciętnie połowę, czyli 50 kg. substancji suchej w kale i moczu. Jeżeli dodamy do tego substancję suchą ściółki, która wynosi średnio ¼ substancji suchej paszy, to otrzymamy ilość substancji suchej zawartej w mierzwie. Ponieważ zaś świeża mierzwa stajenna zawiera przeciętnie 25% substancji suchej a 75% wody, więc aby osiągnąć ilość wyprodukowanej

mierzwy, sumę powyższą musimy pomnożyć przez 4. Na 500 kg. żywej wagi zwierząt spasa się przeciętnie 12 kg. substancji suchej, z których 6 kg. przechodzi w odchody; w ściółce daje się około 3 kg. substancji suchej, razem więc znajduje się w mierzwie 9 kg. substancji suchej. Dzienna produkcja mierzwy na 500 kg. żywej wagi zwierząt wynosi zatem 9 × 4 = 36 kg. świeżego nawozu stajennego. Jeżeli mamy daną ilość materjałów pastewnych, które się przez cały rok w gospodarstwie spasa, to w podany sposób możemy łatwo obliczyć całoroczną produkcję świeżego nawozu (przy utrzymywaniu inwentarza na stajni).

Przeciętna dzienna produkcja mierzwy na 500 kg. żywej wagi wynosi:

	świeżej mierzwy	słabo przegniłej mierzwy
u bydła	35—40 kg.	30 kg.
u koni	27—35 „	22 „
u owiec	26—30 „	21 „
u świń	22—25 „	19 „

U inwentarza roboczego i u zwierząt wypędzanych na pastwisko, które znaczną część odchodów zostawiają po za stajnią, należy odciągnąć ⅛ część powyższych ilości.

Dotychczas zajmowaliśmy się wyłącznie ilością wyprodukowanej mierzwy, niemniej interesuje nas przecież jakość mierzwy, która także przedewszystkiem zależna jest od jakości paszy. Wiemy, że wszystek azot i części mineralne zawarte w paszy, wydzielane bywają w odchodach, z wyjątkiem tej — stosunkowo niewielkiej — ilości składników, którą zwierzę zużyło na przyrost ciała, lub na produkcję mleka. To też przez spasanie pożywnej, skoncentrowanej paszy, jak ospy, kuchów itp. wartość mierzwy można znacznie podwyższyć.

W 1000 kg. zawierają:

	azotu	kw. fosfor.	potażu
ospa żytnia	23,2	34,4	19,4
kuch rzepiowy	50,5	20,0	13,0
melasa	12,8	0,5	58,7
siano łączne	15,5	4,3	16,0

Żywiąc racjonalnie inwentarz, mamy zatem powyższe materje odżywcze w mierzwie prawie za darmo. Za pomocą liczb, które podaliśmy na str. 114 możnaby więc podług ilości azotu i składników mineralnych, zawartych w paszy i ściółce, obliczyć zawartość tychże materyj odżywczych w mierzwie. Obrachunek ten jednakże nie może być zbyt dokładny, ponieważ liczby, na których się opieramy, są tylko przeciętne i podlegają znacznym zmianom (mianowicie co do azotu) zależnie od strawności paszy, od wieku zwierząt i kierunku hodowli.

W 1000 kg. zawiera przeciętnie:*):

świeża mierzwa	subst. sucha	azotu wogóle	azotu rozpuszcz.	kwasu fosf.	potażu	wapna
	kg	kg	kg	kg	kg	kg
bydlęca	225	4,2	1,5	2,5	5,0	4,5
końska	287	5,8	2,0	2,8	5,3	2,5
owcza	320	8,5	3,0	2,3	6,7	3,3
świńska	276	4,5	0,8	1,9	6,0	0,8
mięszana	250	5,0	2,0	2,0	6,0	5,0
mierzwa przegniła						
z gnojowni	230	5,5	1,3	2,5	7,0	7,0
z obory	250	7,5	2,5	4,0	7,0	8,5

Skład mierzwy podlega jednakże wielkim wahaniom zależnie od mniej lub więcej posilnej paszy. I tak za-

*) Liczby powyższe, podane podług A. Stutzera, dotyczą intensywnych niemieckich gospodarstw, na nasze stosunki jako przeciętne są zbyt wysokie (por. liczby na str. 112).

wartość azotu w 1000 kg. przegniłej mierzwy może wynosić:

w mierzwie	bydlęcej	od	3,6— 7,5 kg
„	końskiej	„	3,8— 7,9 „
„	owczej	„	5,4—15'3 „
„	mięszanej	„	3,0— 9,7 „

Pozatem uwzględnić należy, że mierzwa sama wystawiona jest na znaczne straty skutkiem działania bakteryj i że skład jej i wartość nietylko zależne są od paszy, ale i od sposobu jej przechowania.

Działanie bakteryj w mierzwie. Mierzwa stajenna podczas leżenia doznaje wielkich zmian nietylko co do jakości ale i ilości a powodem tego są bakterje. Wolny od bakteryj jest tylko mocz (zupełnie świeży), natomiast kał a przedewszystkiem ściółkę uważać należy za rojowiska wszelkiego rodzaju bakteryj*). Z chwilą zetknięcia się ze ściółką (a nawet już z powietrzem) mocz natychmiast zakażony zostaje bakterjami, które zawarty w nim mocznik przez fermentacją**) szybko rozkładają na węglan amonu. Związek ten jest bardzo niestały i pod wpływem powietrza rozkłada się szybko na kwas węglowy i amoniak, którego znaczna część uchodzi w powietrze. Dalsze zmiany w mierzwie dokonują się skutkiem znanego nam procesu butwienia i gnicia. Przebieg tych procesów zależny jest jak wiadomo od dostępu powietrza. W mierzwie luźnej i nieubitej przeważać będą bakterje tlenowe, które całą materję organiczną rozkładają zupełnie, zamieniając ją na kwas węglowy, amoniak i wodę, a przez ulatnianie się tych substancyj mierzwa traci na wadze i objętości. W mierzwie dobrze ubitej, gdzie mało dochodzi powietrza, żyją bakterje beztlenowe, które dla braku tlenu

*) 1 gram kału bydlęcego zawiera 75 miljonów bakteryj a wywożąc 20 000 kg. mierzwy na 1 ha wprowadzamy do gleby 200 do 300 kg. żyjących drobnoustrojów. (Dr. Piekarski w „Ziemianinie").

**) Rozkład ciał złożonych na ciała proste, odbywający się pod wpływem bakteryj, nazywamy zwykle fermentacją.

tylko częściowo mogą rozkładać materję organiczną, i one wywołują to co się nazywa przegniciem mierzwy. Również i bakterje nitryfikacyjne mają pole działania w luźnej i suchej mierzwie, natomiast w mierzwie ubitej i wilgotnej warunki dla nitryfikacji są niekorzystne, (gdyż nietylko brak tlenu, ale i obecność moczu jej nie sprzyja). Proces nitryfikacji czyli tworzenie się saletry w mierzwie wogóle nie jest pożądane, ponieważ saletra razem z częściami płynnemi łatwo wsiąka w głębsze pokłady mierzwy, gdzie narażona jest na denitryfikację, przy której następuje strata azotu przez ulotnienie się tegoż w stanie wolnym. Bakterje denitryfikacyjne jednakże potrzebują do rozwoju swego dostatecznej ilości saletry, małego przystępu powietrza i obecności nierozłożonych związków węgla (węglowodanów), które znajdują się np. w słomie. Warunki te mogą się więc zdarzyć w świeżej a zwłaszcza słomiastej mierzwie, w przegniłej mierzwie nie zachodzą. W dobrze utrzymanym zaś stosie mierzwy tworzenie się saletry, czyli nitryfikacja, na wyższą skalę także odbywać się nie powinna, a zatem i do denitryfikacji sposobności tam nie będzie. — Azot zawarty w mierzwie jeszcze inne przemiany przechodzić może, bakterje bowiem i pleśnie zarówno saletrę jak amoniak mogą przyswajać i zamieniać na związki organiczne (białko), budując z nich własne ciało. W ten sposób znaczna część rozpuszczalnego azotu może zostać zamieniona w formę nierozpuszczalną, która dopiero przez bardzo powolny rozkład w glebie staje się przystępną dla roślin. I ten proces więc za wielce niekorzystny uważać musimy, on też zapewne jest przyczyną, że czasami świeża mierzwa stajenna źle w polu skutkuje. Proces powyższy odbywać się może, (tak samo jak denitryfikacja), tylko w świeżej, słomiastej mierzwie, tj. przy obfitej ilości nierozłożonych związków organicznych, z których bakterje odnośne czerpać mogą potrzebne im związki węgla

Widzimy więc, że bakterje znaczne straty powodują w mierzwie, które co do azotu wynoszą najmniej 10% a w niekorzystnych warunkach dochodzić mogą do 60%. Straty te są tem dotkliwsze, że dotyczą właśnie najcenniejszego, bo rozpuszczalnego azotu, zawartego w moczu, przez co w mierzwie pozostają przeważnie tylko mniej wartościowe, tj. trudno rozkładające się związki azotu. Do powiększenia się strat powyższych przyczynia się przedewszystkiem

1) obfity dostęp powietrza,

2) wyschnięcie mierzwy;

dlatego zasadą główną jest, trzymać mierzwę zawsze w stanie ubitym i wilgotnym. Przez to zapobiega się, aby rozkład mierzwy zbyt szybko się odbywał i aby przegnicie jej za daleko postąpiło, a tem samem ogranicza się powstawanie w niej białka, amoniaku i saletry. Miarą szybkości, z jaką proces ów rozkładu w mierzwie się odbywa, jest jej temperatura, która jest tem wyższa, im energiczniejszą działalność rozwijają bakterje. Najwięcej zagrzewa się świeża nierozłożona mierzwa, mierzwa przegniła znacznie mniej. Stos mierzwy (nieprzykryty) najsilniej ogrzewa się w wierzchniej warstwie, w głębszych warstwach temperatura mniej się podnosi. Pochodzi to ztąd, że rozkład mierzwy a więc i podnoszenie się temperatury zależne są od dostępu powietrza. Im luźniejsza więc mierzwa i im więcej powietrza do niej dochodzi, tem więcej ona się zagrzewa i tem szybciej się rozkłada. Ponieważ w miarę tego zmniejsza się także jej substancja, więc rolnik mówi trafnie, że mierzwa się „pali".

Mierzwa stajenna składa się przeważnie z substancji organicznej i małej ilości składników mineralnych. Ponieważ przez rozkład traci ona część substancji organicznej (głównie w formie kwasu węglowego i pary wodnej), więc staje się stosunkowo bogatszą w składniki mineralne, których ilość pozostaje ta sama, co w świeżej mierzwie. Również i ilość azotu, zwłaszcza związków jego rozpuszczalnych, przy dobrem przechowaniu mie-

rzwy stosunkowo staje się większa, i z tego powodu mierzwa taka silniej działa, niż świeża mierzwa stajenna. Natomiast przez rozkład składników organicznych mierzwa traci część materjału, z którego tworzy się próchnica a przez to zmniejsza się jej zdolność ogrzewania i spulchniania ziemi.

Przechowanie mierzwy. Główne warunki dobrego przechowywania mierzwy poznaliśmy już w poprzednim ustępie; polegają one na tem, aby mierzwę utrzymać w stanie u b i t y m i w i l g o t n y m. Warunki te zostają najlepiej spełnione przy przechowywaniu mierzwy w oborze pod bydłem. Korzyści tego postępowania są następujące: 1) Mierzwa zostaje przez bydło udeptana tak, iż powietrze bardzo mało ma przystępu, 2) wydzielony mocz zapobiega wysychaniu mierzwy i zostaje pochłonięty całkowicie, 3) rozkład mierzwy odbywa się powoli i przy równej temperaturze obory jednostajnie. Nejlepiej przechowuje się mierzwa, jeżeli bydło nie jest wiązane, lecz luzem chodzi w zagrodach. Zbiorniki do gnojówki są przytem prawie zupełnie zbyteczne, jeżeli się tylko da dostateczną ilość ściółki, której w tym razie potrzeba najmniej 4—5 kg. na sztukę bydła. Obory takie muszą być dosyć głębokie*) albo przynajmniej koryta w nich powinny być urządzone do podnoszenia, i dbać trzeba o dobrą wentylację, gdyż powietrze przepełnione jest wtedy kwasem węglowym, który ulatnia się z mierzwy. Spód obory jak i wszystkich budynków dla inwentarza przeznaczonych, powinien być nieprzepuszczalny, co najmniej z gliny, albo lepiej wybrukowany z podkładem gliny. Bardzo korzystnie jest rozpostrzeć na spód obory warstwę ściółki torfowej, która wszelką wilgoć pochwyci. Mierzwa pod inwentarzem nie powinna dłużej pozostawać niż 2—3 miesięcy; przy dłuższem leżeniu w spodniej, odciętej od powietrza

---

* Można przyjąć, że tygodniowo przybywa pod bydłem mierzwy na 11 cm, tak iż na 3-miesieczne leżenie mierzwy obora musi być 1½ metr. głęboką.

warstwie wywięzują się niepożądane procesy, czego dowodem są pojawiające się w tym razie pleśnie.

Sposób przechowania mierzwy pod inwentarzem ogólnie bywa zastosowany w owczarniach a u nas przeważnie także i w oborach. W stajniach i chlewach po większej części mierzwy się nie przechowuje, jużto dla porządku, już ze względów zdrowotności. Jeżeli jest dosyć miejsca w budynkach, to najkorzystniej mierzwę od koni i świń wywozić pod bydło młodociane niewiązane*). Jednakże nie wszędzie obory są tak urządzone, albo nie tyle jest słańska, aby można wogóle mierzwę zostawiać pod inwentarzem, i zwykle rolnik skazany jest na to, aby część mierzwy przechowywać na gnojowni. Przy takiem postępowaniu należy już w budynku nadzwyczaj starannie z mierzwą się obchodzić, aby uniknąć wielkich strat.

Nasamprzód trzeba zwrócić uwagę na płynne odchody zwierzęce, które mianowicie z wodnistej mierzwy od krów i świń obficie będą ściekać. Odchody te będące już w stanie rozkładu nazywamy g n o j ó w k ą. W każdym budynku, przeznaczonym dla inwentarza, albo w pobliżu powinny znajdować się cementowane i szczelnie przykryte zbiorniki, do których gnojówka ściekaćby mogła, przyczem zważać należy na dobry spadek rynsztoków i czyste ich utrzymywanie, aby gnojówka szybko mogła odpływać i jaknajmniej stykała się z powietrzem. Lepiej jeszcze urządzić w oborze (poza bydłem) kanały do gnojówki, przykryte żelaznemi kratami, w których można pochwycić mocz (gnojówkę) zapomocą prósza torfowego (około 1½ kg. na sztukę). Prósze, skoro przesiąknie gnojówką, należy wyrzucać na gnojownię i o ile możności przykryć mierzwą, aby nie wyschło, gdyż w przeciwnym razie ulatnia się z niego amoniak.

---

*) Sposób ten autor z własnej praktyki bardzo polecić może, przestrzega jednakże przed wynoszeniem nawozu świńskiego pod młode cielęta, gdyż od tego chorują.

Szczególnej zaś staranności wymaga obchodzenie się z nawozem na gnojowni, gdzie tenże wystawiony jest na szkodliwy wpływ wiatru, deszczu i słońca. Gnojownia powinna być tak obszerna, aby mierzwa nigdy wyżej nad 1½ metra na niej nie leżała i nie zagrzewała się zbyt silnie. Pod każdym względem spód i boczne ściany gnojowni muszą być zupełnie nieprzepuszczalne a więc najlepiej betonowane, gnojownią zaś tak należy założyć, aby ani woda z podwórza dochodzić, ani gnojówka odpływać z niej nie mogła. Szczególnie podczas nagłych deszczów zbiera się na gnojowni wielka ilość wody, która wyługowuje z mierzwy wszystkie rozpuszczalne związki azotu i sole mineralne. Zbyteczna woda z gnojowni powinna ściekać wprost do odpowiedniego zbiornika. W tym celu każda gnojownia ma mieć basen, czyli zbiornik do gnojówki z cementowanemi ścianami a spód gnojowni winien tak być urządzony, aby z wszystkich stron miał spadek do zbiornika. Zbiornik musi być tak duży, aby nie potrzeba było gnojówki zbyt często i w czasie nieodpowiednim wywozić w pole. Również należy uchronić mierzwę przed wpływem wiatru i słońca, które ją wysuszają i ogromnie przyspieszają jej rozkład. Pokrycie gnojowni dachem nie okazało się praktyczne, natomiast zaleca się założenie jej nad północną ścianą obory. Jeżeli to jest niemożebne, to dobrze byłoby zasłonić ją od strony południowej cienistemi drzewami.

Mierzwa wyniesiona na gnojownią powinna być natychmiast równo rozpostarta i codzień uwałowana lub udeptana, najlepiej przez wypuszczanie bydła na gnojownię. Reguła ta jest absolutnie najważniejszą ze wszystkich dotyczących przechowywania mierzwy i powinna być bezwzględnie przestrzegana. Nawóz na gnojownię należy wynosić co 2 lub 3ci dzień, tj. w stanie jaknajmniej rozłożonym, aby uniknąć strat, które wynikają przez przewietrzenie takiego nawozu. Dalej uważać trzeba, aby rozmaite gatunki mierzwy (chłodne

i gorące) warstwami były przekładane, przez co osiąga się jednolitą mierzwę. Nadmierna ilość wody w mierzwie jest bardzo szkodliwa, niemniej jednakże trzeba unikać zbytniego wyschnięcia mierzwy. W tym celu należy zbiornik do gnojówki zaopatrzyć w pompę, zapomocą której trzeba mierzwę w miarę potrzeby zwilżać gnojówką, latem częściej, zimą rzadziej; w braku gnojówki można użyć wody. To ostatnie jest nawet korzystniejsze, gdyż podczas polewania gnojówką ulatnia się z niej znaczna część amoniaku.

Dobrze przechowana mierzwa na gnojowni traci przez 3—4 miesięcy około 20% na wadze i objętości; po upływie roku pozostaje zaledwie połowa nawozu.

Dawniej zalecano konserwować mierzwę zapomocą odpowiednich dodatków, jak gips, kainit, gips superfosfatowy i inne; środki te miały powstrzymywać rozkład mierzwy i ulatnianie się amoniaku, jednakże okazało się, że zadania tego nie spełniały i dzisiaj wyszły zupełnie z użycia. Jedynie polecenia godnem jest, o ile stosunki gospodarcze na to pozwalają, przykrywać mierzwę na gnojowni od czasu do czasu ziemią próchnicową (lub prószem torfowem), co znakomicie przyczynia się do zakonserwowania azotu. Korzystnem jest także, przy wywożeniu mierzwy z gnojowni pozostawić pewną ilość dobrze rozłożonego nawozu i rozpostrzeć cienko na spodzie gnojowni a na to dopiero układać świeżą mierzwę z obory. Osiąga się przez to, że z świeżej mierzwy znacznie mniej amoniaku ulątniać się będzie, gdyż z powodu obfitości kwasu węglowego, który z silnie rozłożonej spodniej warstwy mierzwy się wywięzuje, powstający w górnej warstwie amoniak pozostanie w niej jako węglan amonu*). Wystrzegać się zaś należy mięszania mierzwy stajennej z wapnem lub z popiołem, gdyż substancje te wypędzają z niej amoniak.

*) W atmosferze przepełnionej kwasem węglowym węglan amonu nie może tak łatwo rozkładać się na amoniak i kwas węglowy, (gdyż z powodu wielkiego powinowactwa tych dwóch gazów łączą się one napowrót.)

Pomimo starannego obchodzenia się z mierzwą liczyć się trzeba z tem, że przy przechowaniu jej na gnojowni znacznie większe straty powstaną, niż w razie pozostawienia jej pod bydłem, jak nas o tem przekonuje różnica zawartości obu rodzajów mierzwy (p. tablica na str. 120). Już w mierzwie przechowanej w oborze straty azotu wynoszą rocznie na sztukę bydła do 15 kg. azotu. Strata ta równa się 100 kg. saletry chilijskiej, przy wynoszeniu zaś mierzwy na gnojownię strata wynosi najmniej 40 kg. czyli 250 kg. saletry na sztukę i to przy starannem obchodzeniu się z mierzwą*). Ze względu na niekorzyści, połączone z dotychczasowym sposobem przechowania mierzwy na gnojowni, zaleca obecnie teorja r o z ł ą c z a ć o d c h o d y p ł y n n e o d s t a ł y c h i każde z nich o s o b n o p r z e c h o w y w a ć, przez co straty azotu ograniczyć można do minimum. System ten zyskał zwolenników w Niemczech, gdzie został już w praktyce zastosowany. Do przeprowadzenia go potrzeba specjalnego urządzenia w oborach o dość skomplikowanych szczegółach, dlatego możemy je tu przedstawić tylko w ogólnym zarysie.

Stanowiska dla bydła muszą być krótkie (na 175 cm), za niemi znajduje się spadzisty stopień do kału a poza nim rynsztok, z którego idą odpływy do studzienek, umieszczonych na środku ganku i połączonych z sobą rurami. Z ostatniej studzienki mocz odprowadzony zostaje do głównego zbiornika, którego rozmiary wynoszą 1—3 metr. kub. na wyrosłą sztukę bydła. Inny sposób polega na tem, że mocz ścieka do kanałów umieszczonych za każdym rzędem bydła a stamtąd rury prowadzą wprost do ogólnego zbiornika**). Kanały do gnojówki przykryte są skośnie jedna nad drugą umieszczonemi deskami zaopatrzonemi w listwy, które

*) podług doświadczeń Maerckera i Schneidewinda w Lauchstädt.

**) Jest to system Ortmanna z Schependorfu (w Meklemburgii), który w oborach swych zaprowadził wzorowe urządzenie własnego pomysłu.

tworzą rodzaj filtru, przez co mocz oczyszcza się z pomięszanego z nim kału. Dostęp powietrza do kanałów utrudnia się jeszcze przez to, że nalewa się w nie oliwy lub umieszcza się pływającą na powierzchni gnojówki pokrywę z drzewa. Przez to odcięcie powietrza i oczyszczenie moczu z cząstek kału osiąga się, że gnojówka jaknajmniej traci azotu i nawet po kilkomiesięcznem przechowaniu w zbiorniku ma pełną swą wartość. — Kał pomięszany ze ściółką gromadzi się osobno i wynosi na gnojownie, gdzie przez zwilżanie wodą doprowadza go się do stanu przegnicia. Jako nawóz azotowy mierzwa taka (pozbawiona moczu) uchodzić nie może, dostarcza ona roli jedynie próchnicy, co jest bardzo ważnem pod względem fizykalnym, i zaopatruje ją w bakterje. Główna treść nawozu stajennego, a mianowicie cenne związki azotowe, znajduje się natomiast w gnojówce i największa trudność polega na wywożeniu, i rozdzielaniu tak wielkich ilości płynnego nawozu. Dlatego też pomimo niewątpliwych zalet tego systemu narazie niema widoków, aby miał on się rozpowszechnić. Doświadczenia jednakże, które z gnojówką w ten sposób uzyskaną poczyniono, godne są uwagi już z tego powodu, że i przy zwykłem przechowaniu mierzwy — o ile nie pozostawia jej się pod inwentarzem — powstają spore ilości gnojówki, gromadzące się bądź w zbiorniku na gnojowni, bądź w zbiornikach umieszczonych w bezpośredniej blizkości stajni czy chlewów.

Skład gnojówki większym jeszcze podlega wahaniom, niż skład mierzwy stajennej. Dotyczy to przedewszystkiem azotu, którego ilość zależna jest od paszy zwierząt. W gnojówce pozyskanej wyżej opisanym sposobem wynosiła zawartość azotu zwykle 0,70—1,10%, co odpowiada na 1 kub. metr 6½—8 kg. azotu; podczas wojny z powodu braku posilnej paszy zawartość azotu spadła na 0,26% czyli na ⅓ powyższej ilości. Pomimo to i taka gnojówka jest o wiele bogatsza w azot niż zwykła gnojówka, zbierająca się w zbiorniku na gno-

jowni, której przeciętna zawartość (przy normalnej paszy) wynosi 0,15% azotu, 0,01% kwasu fosforowego i 0,49% potażu. Świeża gnojówka, odpływająca wprost z budynku, ma znacznie większą wartość i zbliżona jest swym składem do moczu. Z powodu tak nierównej zawartości gnojówki, ważnem jest dla nawożenia, przekonać się, ile azotu w niej się znajduje. Do tego celu służy specjalnie urządzony areometr*), którego górna część zaopatrzona jest w podziałkę czyli skalę procentową, oznaczającą zawartość azotu. Gdy areometr pływa w gnojówce, to dolna jego część zanurza się w płynie aż do tej podziałki, lecz zależnie od ilości azotu zanurza się głębiej lub mielej, a liczba podziałki, do której areometr jest zanurzony, oznacza zawartość azotu w procentach.

W każdej gnojówce przeważna ilość azotu (przeszło 90%) zawarta jest w formie węglanu amonu. Ponieważ związek ten łatwo się rozkłada na powietrzu i ulatnia, dlatego zbiornik do gnojówki winien być zawsze szczelnie przykryty. W zbiorniku nagromadza się ponad powierzchnią gnojówki warstwa kwasu węglowego, która niejako odcina dostęp powietrza i chroni amoniak przed ulatnianiem. Dlatego wypróżnianie zbiornika nie powinno odbywać się inaczej jak zapomocą pompy, przyczem unikać trzeba zbytecznego odkrywania zbiornika, aby przez poruszanie powietrza nie przerwać ochronnej warstwy kwasu węglowego. Azot w gnojówce można wprawdzie zakonserwować przez dodatek kwasu siarkowego, który łączy się z amoniakiem i tworzy z nim siarkan amonu. Jest to jednakże postępowanie nietylko niedogodne (z powodu palących własności kwasu siarkowego), ale i kosztowne, gdyż na 1 kg. azotu zawarty w gnojówce, potrzeba 3½ kg.

---

*) Areometr przyrząd oznaczający wagę gatunkową ciał płynnych. Na zasadzie, iż ciężar gatunkowy płynów zmienia się wraz z ich zawartością (i temperaturą), istnieją specjalne areometry do oznaczenia stosunku, w jakim niektóre substancje zawarte są w płynie (przy ściśle określonej temperaturze).

(czystego, t. j. 100%) kwasu. Również i superfosfat w ilości 6—8% dodany do gnojówki dobrze ją konserwuje, lecz ma tę wadę, że nie rozpuszcza się w niej, przez co pozostawia dużo osadu, który zanieczyszcza pompy i rozdzielacze. Zresztą konserwowanie azotu jest zupełnie zbyteczne, jeżeli gnojówkę po wywiezieniu w pole zaraz się ziemią przykryje.

Użycie mierzwy na polu. Najważniejszą zasadą jest r o z r z u c a n i e m i e r z w y i l e m o ż n o ś c i z a r a z z a w o z e m, a niezostawianie jej nawet na kilka dni w kupkach na polu. Nietylko bowiem, że w małych kupkach mierzwa się szybko rozkłada, i amoniak ulatuje w powietrze, ale w ziemię pod kupkami wsiąka (mianowicie podczas deszczu) taka ilość materyj odżywczych, że zboże w tem miejscu wylega lub wypala się; wyługowaną zaś mierzwę, (a raczej już słańsko), rozrzuca się potem na resztę pola. Jeżeli mierzwę trzeba wywieść w pole, a (dla niesprzątniętego zboża np.) nie można jej zaraz rozrzucać, wtenczas należy ją układać w duże stosy jak następuje: Mierzwę rozpościera się warstwami i dobrze ubija, wjeżdżając na nią wozami, a w końcu cały stos z wierzchu i z boków okrywa się ziemią lub prószem torfowem na 35—40 cm. grubo.

Mierzwa rozrzucona na polu powinna być jaknajprędzej przyorana. Mianowicie będziemy się trzymać tej zasady na glebach zimnych i ciężkich, gdzie głównie zależy na fizykalnym wpływie mierzwy, i wtenczas, kiedy chodzi o dłuższe i równomierne działanie obornika. W przeciwnym razie i jeżeli natychmiastowe przyoranie nie da się uskutecznić, można rozrzuconą mierzwę zostawić przez dłuższy czas na polu, szczególnie w jesieni i zimą. Ma się wtenczas tę korzyść, że deszcze rozpuszczą wszystkie rozpuszczalne składniki z mierzwy i równo rozdzielą je w glebie, dalej osiąga się bardzo korzystne ocienienie gleby, przez co rola pozostaje wilgotna, kruszeje i sprawną się staje; działanie zaś takiej mierzwy jest wprawdzie krótsze, ale silniejsze. Jeżeli

jednakże powietrze jest suche i ciepłe, to mierzwa rozrzucona na polu i nieprzykryta doznaje wielkich strat azotu. Przy powietrzu przekropnem nie potrzeba się obawiać niekorzystnego skutku, jeżeli pole jest płaskie; na spadzistych polach, gdzie spływająca woda deszczowa mogłaby wypłukać z mierzwy materje odżywcze, należy ją albo zaraz przyorać, albo w duże stosy układać. Ale i mierzwa przyorana wystawiona jest na straty powstające (zwłaszcza na gruntach lekkich) przez wyługowanie azotu (p. str. 67). Dlatego starać się trzeba o to, aby najpierw wywozić mierzwę na gleby mocniejsze i pod rośliny, których wegetacja rychło się rozpoczyna, np. buraki, a dopiero w końcu zimy na gleby lekkie i pod kartofle. Że przez staranne rozrzucanie mierzwy można podwyższyć jej skuteczność, o tem wie każdy rolnik.

Co do przyorywania nawozu stajennego, to regułą jest: przyorywanie miałkie, tj. na 5—15 cm. Zależy bowiem na tem, aby powietrze miało dostateczny przystęp, a z drugiej strony, aby mierzwa zachowała odpowiednią wilgoć. Dlatego na spoistych, mało przewiewnych glebach trzeba mielej przyorywać niż na lekkich i tak tylko głęboko, by brona mierzwy nie wywłóczyła. Na lekkiej zaś ziemi pożytecznie będzie przyoraną mierzwę uwałować, aby zmniejszyć przewiewność gleby. Głębokie przyoranie obornika do 30 cm. jedynie tylko pod buraki cukrowe okazało się polecenia godne. Najważniejszą zaś rzeczą jest, aby mierzwy nigdy n i e p r z y o r y w a ć m o k r o, dopiero wtedy, gdy gleba należycie obeschnie.

Świeżą słomiastą mierzwę należy używać na gleby ciężkie i zimne, gdzie głównym celem jest fizykalne poprawienie roli. Mierzwa świeża przyczynia się znacznie do spulchnienia gleby, przewietrzenia i osuszenia jej. Na lżejsze gleby odpowiedniejsza jest silniej rozłożona, t. zw. krótka mierzwa; gleby piaszczystej z reguły nie należy nawozić słomiastą mierzwą, przewietrzanie bowiem i wysuszanie roli jest tu niepożądane. Wogóle mierzwa sta-

jenna najlepiej skutkuje na glebach ciężkich, (gdzie dowóz bakteryj jest bardzo ważny), również na średnich gruntach lepiej niż na lekkich. Najmniej stosowna zaś jest mierzwa stajenna na gleby murszowe, które zawierają próchnicy za wiele, a azotu zwykle poddostatkiem; na glebach takich najkorzystniej używać sztucznych nawozów.

Ciężka, gliniasta gleba powstrzymuje rozkład mierzwy, na ziemi lekkiej obfity przystęp powietrza przyspiesza go, z tego powodu gorąca mierzwa (końska i owcza) stosowniejsza jest na ziemie ciężkie, chłodna bydlęca na lżejsze. Mierzwa od świń powinna być zmięszana z innemi, sama nadaje się chyba tylko na bardzo piaszczystą (gorącą) glebę. Również zaleca się na glebie lżejszej dawać słabszy nawóz, a częściej go powtarzać, na cięžkiej i zimnej zaś silniej nawozić, choć rzadziej.

Przy używaniu nawozu stajennego należy pamiętać, że z materyj odżywczych azot jest najcenniejszym składnikiem mierzwy*). To też nieracjonalnem jest wywozić mierzwę stajenną pod takie płody, które azotu w glebie nie potrzebują, jak rośliny motylkowate. Wyjątek jedynie stanowi groch, wyka i bobik, które bardzo wdzięczne są za nawóz stajenny, mianowicie wtedy, jeżeli da im się mierzwę świeżą nierozłożoną, w niezbyt wielkiej ilości i ile możności krótko przed siewem, tak aby nawóz działał głównie pod płód następny (oziminę). Bardzo dobrze wyzyskują nawóz stajenny oziminy (żyto i pszenica) a przedewszystkiem rzepak, z jarzyn zaś latowa pszenica i owies. Najkorzystniej wszakże wywozić mierzwę stajenną pod rośliny okopowe (kartofle, buraki i inne), które najlepiej mierzwę opłacają. Przez częste obradlanie i gracowanie tych roślin mierzwa zostaje dokładnie z glebą zmięszana i rozłożona, co jest bardzo korzystne dla następnego płodu. Na mocnych i średnich

---

*) Pod względem wartości nawozowej azot w mierzwie stajennej nie dorównuje azotowi w sztucznych nawozach (p. zestawienie na str. 170). Kwas fosforowy zaś i potaż zawarte w mierzwie stajennej nietylko tak samo, ale często nawet lepiej skutkują, niż ta sama ilość materyj w superfosfacie i solach potasowych.

glebach nie można osiągnąć najwyższego sprzętu roślin okopowych bez nawozu stajennego. Dlatego też w pierwszym rzędzie należy mierzwę stajenną wywozić pod okopowe a dopiero to co zbędzie zastosować pod inne płody. Oprócz tego dobrze wyzyskują mierzwę stajenną kukurydza i inne rośliny pastewne (niemotylkowate); dla tych ostatnich, tak jak dla okopowych roślin, nadaje się szczególnie owcza mierzwa, również i gnojówka.

Mierzwa użyta jako wierzchni pognój na rośliny działa wprawdzie bardzo silnie, ale zwykle tylko w pierwszym roku. Postępowanie to może być na miejscu, jeżeli chodzi zarazem o uchronienie młodych zasiewów przed mrozem; jeżeli zaś zależy tylko na dostarczeniu roślinom materyj odżywczych (azotu), to o wiele taniej i lepiej można to uskutecznić zapomocą sztucznych nawozów (saletry chilijskiej), wreszcie kompostu albo gnojówki.

Co do ilości mierzwy stajennej, którą się zwykle używa na ¼ ha, to liczy się jako

słaby nawóz	3 wozy	po 1250 kg	=	3750 kg	mierzwy
średni „	4 „	„ „ „	=	5000 „	„
mocny „	6 „	„ „ „	=	7500 „	„

Większych ilości niż 5000 kg. na ¼ ha dawać się zwykle nie opłaci, gdyż rośliny uprawne (z wyjątkiem buraków) wyzyskać ich nie mogą. Sprzęt buraków cukrowych i pastewnych można podnieść wprawdzie, zwiększając dawkę nawozu aż do 7500 kg., lecz i one najlepiej opłacają średnią dawkę nawozu, wynoszącą 5000 kg.

Jak długo mierzwa stajenna skutkuje, to zależy od rodzaju gleby. Jeżeli przyjmiemy, że działalność mierzwy trwa 3 lata, to udział na każdy rok ocenić można jak następuje:

	w 1 roku	w 2 roku	w 3 roku
mierzwa końska	50%	35%	15%
„ bydlęca	45%	35%	20%
„ owcza	50%	35%	15%
„ świńska	30%	35%	35%

Na lekkiej glebie, na której rozkład nawozu szybko się odbywa i siła absorbcji jest słaba, skuteczność mierzwy stajennej wyczerpuje się mniejwięcej w dwóch latach a w trzecim (często nawet już w drugim) roku jest bardzo nieznaczna.

Przy **nawożeniu gnojówką** chodzi o to, aby ją równomiernie rozdzielić, a przy wysokoprocentowej gnojówce jest jeszcze ta trudność, że trzeba ją rozdzielić w bardzo małych ilościach; zadanie to spełniają zadowalniająco beczki z przyrządem do regulowania odpływu gnojówki. Beczki te*) umieszczone na kołach rozpryskują gnojówkę zapomocą kranu z rozdzielaczem i to zawsze równo aż do zupełnego wypróżnienia. Oprócz tego istnieją przyrządy zawieszone do beczki dwukołnej, które doprowadzają gnojówkę wprost do gleby. Aparat taki (systemu „Plath“) zaopatrzony jest w wydrążone i rozsuwalne radliczki (podobne jak u dryla), które zagłębiają się w ziemi i tam rozdzielają gnojówkę. Przyrząd ten nadaje się do nawożenia okopowych roślin w czasie wegetacji, gdyż radliczki można rozstawiać odpowiednio do szerokości rzędów, tak aby gnojówka dostała się jak najbliżej korzeni roślin.

Doświadczenia, które z nawożeniem gnojówką przeprowadzano, wykazały, że gnojówka wszędzie doskonale skutkuje, jeżeli zostanie zaraz ziemią przykryta, tj. przyorana lub przypłużkowana. Na mocnej glebie, (która ma większą siłę absorbcyjną), można zapobiedz ulatnianiu się amoniaku przez dokładne zakrymerowanie, bronowanie zaś samo jest niedostateczne. Skuteczność azotu w gnojówce przy przykryciu ziemią wynosi 90% działalności azotu w saletrze. Jeżeli gnojówki wogóle się nie przykryje ziemią, to skuteczność jej zmniejsza się o połowę. Najkorzystniej działa gnojówka, jeżeli użyje ją się wcześnie na wiosnę i niezbyt późno potem nastąpi siew zboża. Na lepsze i mocniejsze gleby, gdzie niema obawy o wyługowanie, można wywozić gnojówkę

---

*) Wyrabiane przez firmę P. Hörenz w Halli.

nietylko na wiosnę, ale i na jesień, na lekkich jednakże glebach użycie na jesień byłoby marnotrawstwem azotu, który przez zimę zostałby wypłukany z gleby. Można także używać gnojówkę jako wierzchni nawóz na oziminy, lecz tylko wczesną wiosną, dopóki wegetacja jest uśpiona. W tym wypadku jednakże, aby uniknąć strat przez ulatnianie amoniaku, należałoby używać gnojówki konserwowanej (kwasem siarkowym).

Gnojówka bardzo dodatnio oddziałuje także na łąkach, gdzie wywozi ją się na wiosnę lub w późnej jesieni. Na ten cel nadaje się najlepiej gnojówka mniej-wartościowa, przy której znacznie mniejsze straty powstają przez ulatnianie się azotu. Gnojówka jako wierzchni nawóz najlepiej skutkuje, jeżeli wkrótce po rozlaniu jej spadnie deszcz, suchy wiatr zaś i słońce powiększają straty azotu w wysokim stopniu. Rzecz jasna, że gnojówki na łąkę nie można wywozić ani podczas deszczu, który spłukałby ją w zagłębienia gruntu, ani w takim czasie, kiedy łąka jest zmarznięta lub tak nasycona wilgocią, że nic więcej w nią już wsiąknąć nie może. Skoro jest zbyt sucho jednakże, gnojówka w nierozrzedzonym stanie dostałaby się do korzeni i mogłaby wypalić rośliny.

Ważnem jest spostrzeżenie, że działalność azotu w gnojówce obniża się ogromnie, jeżeli równocześnie daje się mierzwę składającą się z kału i w stanie nierozłożonym. Pochodzi to ztąd, że wtenczas bakterje mając poddostatkiem nierozłożonych węglowodanów (p. str. 122) zamieniają azot w nierozpuszczalną formę białka, a zapewne i część saletry podlega wtenczas denitryfikacji. Natomiast rozłożoną mierzwę można dawać równocześnie z gnojówką z najlepszym skutkiem, gdyż wtedy bakterje rzeczone rozwijać się nie mogą.

2. Różne odchody i odpadki.

Odchody ludzkie. Człowiek zarówno jak zwierzę wydziela w odchodach tę samą prawie ilość azotu i materyj mineralnych, które przyjął w pokarmach. Wogóle

odchody ludzkie mają wielką wartość nawozową i odznaczają się tem, że działają szybko i silnie. Jeden człowiek wydziela przeciętnie na dobę 133 g. stałych i 1200 g. płynnych odchodów.

Przeciętnie zawierają:

	kał	mocz	całkowite odchody
substancji suchej	22,80%	4,30%	6,15%
azotu	1,05 „	1,00 „	1,06 „
kwasu fosforowego	1,34 „	0,13 „	0,25 „
potażu	0,44 „	0,16 „	0,18 „

Powyższy skład mają świeże odchody ludzkie, które jednakże bardzo szybko się rozkładają. Ponieważ odchody te są bardzo wodniste, więc powietrze ma dostęp utrudniony, i dlatego podczas rozkładu ich przeważają procesy gnicia, przy których wytwarzają się cuchnące substancje, jak siarkowodor i inne. Równocześnie odbywa się fermentacja moczu powodująca ulatnianie się amoniaku. Najlepszym środkiem do powstrzymania rozkładu jest używanie w miejscach ustępowych prósza lub miału torfowego, które pochłaniają wszystkie cuchnące gazy wywięzujące się podczas rozkładu*). Odchody ludzkie zużywa się zwykle na kompost, wywożenie ich na gnojownię nie jest polecenia godnem. Chcąc wywozić odchody wprost na pole, należy je poprzednio rozrzedzić mniejwięcej poczwórną ilością wody.

O nawozie z kloak miejskich dla braku miejsca rozwodzić się tutaj nie możemy. Nawóz ten dla rolników mieszkających bezpośrednio pod miastem może mieć wielkie znaczenie; w wielu razach jednakże, mianowicie przy dalszym transporcie, używanie nawozu kloakowego okaże się droższe, niż sprowadzanie sztucznych nawozów. Przeciętny skład jego można przyjąć na 0,50% azotu, 0,25% kwasu fosforowego i 0,20% potażu.

---

*) Chlorek wapnia, używany do desinfekcji kloak, jest szkodliwy dla roślin i ztąd obniża wartość nawozu.

— Preparowana z wysuszonych odchodów ludzkich t. zw. pudreta jest wprawdzie dobrym nawozem, lecz wyrób jej z powodu zbyt wysokich kosztów nie opłaca się.

Mierzwa od drobiu, szczególnie od kur i gołębi, odznacza się wysoką zawartością azotu i jest bardzo silnym nawozem. Najcenniejsza jest mierzwa od gołębi, podczas gdy wodniste odchody gęsi najmniejszą mają wartość. W odsetkach zawierają:

świeże odchody:

	azotu	kw. fosf.	potażu
gołębi	1,76%	1,78%	1,00%
kur	1,63 „	1,54 „	0,85 „
kaczek	1,00 „	1,40 „	0,62 „
gęsi	0,54 „	0,54 „	0,95 „

Jeden gołąb produkuje rocznie 2¾ kg., kura 5½ kg. nawozu. Odchody drobiu przerabia się ogólnie na kompost; wprost na pole nie należy ich wywozić, gdyż działają zbyt silnie i zawierają niestrawione nasiona rozmaitych chwastów.

Kompost jest to nawóz, składający się z odpadków gospodarczych wszelkiego rodzaju, zmięszanych z ziemią. Odpadki te razem wzięte, przedstawiają niemały zapas materyj odżywczych, które byłyby stracone dla rolnictwa, gdyby nie zostały zużytkowane w kompoście. Na kompost służą następujące materjały: zmiotki z dróg i z podwórza, popiół, wszelkie substancje roślinne (chwasty, łęty, liście, zepsuta pasza, trociny), substancje zwierzęce (krew, padlina, sierść, pierzę, kości, rogi), odpadki fabryczne, gnojówka, mierzwa z kloak i od drobiu, wreszcie mydliny, pomyje, sadze, płaty (worki od sztucznych nawozów), słowem wszelkie odpadki mineralne, roślinne lub zwierzęce, jakie się w każdem gospodarstwie obficie nastręczają. Główną masę kompostu jednak stanowią substancje ziemne, jak poskrobki z podwórza, wyrzuty z rowów, darny, szlam itp., z któremi odpadki powyższe powinny być zmięszane.

Przy wyrobie kompostu zależy na tem, aby wymięszać jaknajdokładniej jego części składowe i możliwie przyspieszyć ich rozkład. Wszelkie więc materjały brane na kompost muszą być należycie rozdrobnione i warstwami układane w stos, o ile możności tak, aby substancje nawozowe przegradzane były warstwami ziemi. W stosie kompostowym bakterje wnet rozwijają swą działalność i zaczyna się fermentacja, która przyspieszona zostaje przez wilgoć, ciepło i dostęp powietrza. Aby warunkom tym zadość uczynić, należy kompost od czasu do czasu polewać gnojówką, którą zastąpić można także pomyjami, mydlinami lub wodą. Dalej koniecznem jest kilkakrotne przerobienie kompostu w odstępach kilkomiesięcznych, najlepiej jednakże w porze ciepłej. Oprócz tego proces rozkładu można znacznie przyspieszyć przez dodanie wapna do kompostu. W tym celu używa się albo palonego wapna sproszkowanego, albo materjałów wapiennych, jak gipsu, marglu, szlamu z cukrowni, którymi najlepiej przy pierwszem przerabianiu przesypywać warstwy kompostu. Również popiół do pewnego stopnia przyspiesza rozkład kompostu. Przez przeciąg 1 roku do 2 lat kompost powinien się tak dobrze rozłożyć, aby nie było można rozróżnić w nim pojedyńczych materjałów, z których się składał, i wtenczas jest dojrzały, tj. gotowy do użycia.

Ciężko rozpuszczalne materje jak kości, kopyta, rogi, sierść nie powinny od razu wrzucane być na kompost. Substancje te drobno potłuczone trzeba zmięszać pół na pół z ziemią i wysypać na osobną kupę, którą przykrywa się ziemią i często polewa gnojówką. Po 2—3 miesiącach kości i inne substancje skruszeją, i można je wtedy zmięszać z kompostem. Jeszcze prędzej to nastąpi, jeżeli kości posypie się wapnem palonem. W ten sam sposób należy postąpić z nasionami chwastów i zmiotkami ze śpichrza i stodół, aby zniszczyć siłę kiełkowania nasion.

Kompost stanowi znakomity nawóz na łąki, gdzie go się zimą wywozi w ilości około 10 metr. kub. na

¼ ha. Jako nawóz na rolę kompost także się opłaca, a mianowicie na glebie lekkiej, ubogiej w próchnicę skutkuje bardzo dobrze. Kompost działa krótko, ale dość szybko, ztąd używany jest także jako wierzchni nawóz na rozmaite płody.

Szlam ze stawów i sadzawek zwykle osobno używa się jako nawóz. Ponieważ zawiera on nieraz szkodliwe związki tlenku żelaza i kwasy próchnicowe, dlatego po wydobyciu ze sadzawki powinien przez pewien czas leżeć na powietrzu, aby mógł się odkwasić. Skoro wyschnie należycie, można go wywieść wprost w pole (na gleby lekkie) a najstosowniejszą porą do tego jest jesień, aby mógł przemarznąć i rozlasować się przez zimę. Działanie szlamu jest znakomite i trwa przez kilka lat, największy skutek jednakże przynosi w drugim roku. Można także szlam wywozić na łąki, mniejsze zaś ilości zużywa się na kompost.

3. Zielone nawozy.

Przyorywanie roślin na pniu stojących w stanie zielonym, jako nawóz pod płód następny, znane było od dawnych czasów; już bowiem Rzymianie używali tego sposobu, aby zastąpić mierzwę stajenną. Ale wartość zielonego nawozu dopiero wtenczas należycie została oceniona, gdy się przekonano, że rośliny motylkowate przyswajają sobie wolny azot z powietrza. Wiemy, że nawet po sprzęcie tych roślin pozostałe korzenie i ściernisko znacznie zbogacają ziemię w azot; jeżeli zaś całą masę roślinną przyorujemy, to dostarczamy ziemi cały zapas azotu, który rośliny z powietrza zaczerpnęły. Oprócz tego daje zielony nawóz ogromne masy substancji organicznej, która zamieniając się w próchnicę, nieoceniony wpływ wywiera na stan fizykalny gleby. Natomiast substancyj mineralnych przez zielony nawóz nie zyskujemy, chyba o tyle, że rośliny z głębokimi korzeniami (strączkowe, koniczyny) czerpią materje odżywcze z podglebia i nagromadzają je w rodzajnej warstwie ziemi. Nadzwyczaj korzystny wpływ,

który zielone nawozy wywierają na płód następny, polega także na tem, że gleba przy zwartym stanie roślin doskonale zostaje ocieniona i osiąga znakomity stan wydobrzenia (sprawności). Pod względem wilgoci jednakże zielony nawóz do pewnego stopnia wyczerpuje glebę, tak iż w braku opadów atmosferycznych rola pod nakryciem roślinnem w swych głębszych warstwach będzie (wbrew dawniejszym mniemaniom) mniej zawierała wilgoci niż rola nieobsiana. Dotyczy to przedewszystkiem roli gliniastej; na glebie piaszczystej różnice nie mogą być znaczne, gdyż piasek odznacza się wogóle małą pojemnością względem wody i chociaż nieobsiany traci jej wiele przez parowanie.

Roślin odpowiednich na zielony nawóz mamy dość znaczny wybór. Najwięcej polecenia godne są łubin (żółty i niebieski) i seradella na gleby lekkie, na mocniejsze gleby zaś żółta koniczyna. Oprócz tego są w użyciu koniczyna szwedzka i inne, dalej łubin biały, bobik, groch, wyka i peluszka; wogóle zaś wszelkie rośliny motylkowate nadają się na cel powyższy.

Rośliny nie należące do rodziny motylkowatych (rzepak, tatarka, gorczyca) używane są czasem także na zielony nawóz. Bardzo często jednakże przyoranie roślin niemotylkowatych przyczynia się do obniżenia sprzętu, co pochodzi stąd, że rośliny te pobierają azot wyłącznie z gleby. Jednakże nie należy zapominać. że i rośliny motylkowate dopiero wtenczas azot w większej ilości ściągają z powietrza, skoro wyczerpią zapas jego w glebie. To też na gruntach w azot bogatych, lub świeżo nawiezionych azotem, tak samo przyswajają one azot będący w ziemi, jak rośliny niemotylkowe, i w takim razie azotu z powietrza bardzo mało czerpią. Na takich więc glebach wyżej wymienione rośliny niemotylkowe mogą o tyle być pożyteczne, że łatwo rozpuszczalny azot z gleby przeprowadzają w formę organiczną i chronią go przed wypłukaniem; przytem rosną szybko, dają dużą masę substancji organicznej i pod względem fizykalnym działają w roli również korzystnie. Nie ocie-

niają jednak gleby (z wyjątkiem tatarki) tak dobrze jak rośliny motylkowe, dlatego najlepsze znajdują zastosowanie w mięszance z motylkowemi, do czego zalecają się także z powodu nizkich kosztów siewu. Również nadają się do uzupełnienia źle powschodzonych koniczyn i seradelli, aby zapobiec zachwaszczeniu pola.

Rośliny uprawiane na zielony nawóz największą sumę substancji organicznej i azotu nagromadzą wtenczas, skoro zasiane są **w ugorze**, i przez cały okres wegetacji rozwijać się mogą. Ponieważ połączone jest to ze stratą jednego sprzętu, dlatego t. zw. „ugor zielony" jest postępowaniem kosztownem i opłacić się może tylko przy tanich cenach ziemi lub na jałowych i wyczerpanych lżejszych gruntach.

Glebę bardzo mocną w tych samych warunkach pożyteczniej będzie przez jeden rok pozostawić odłogiem jako czarny ugor. Przez mechaniczną uprawę ugoru przyczyniamy się do roztworzenia obficie nagromadzonych w tej glebie materyj odżywczych, zarówno mineralnych jak organicznych, które tem samem stają się „czynne" a więc przystępne dla roślin. Uprawa ugorowa nietylko popiera procesy wietrzenia i rozkładu, ale wpływa znakomicie na rozwój bakteryj wiążących azot oraz bakteryj nitryfikacyjnych a oprócz tego doskonale wyczyszcza rolę z chwastów.

Na glebach lżejszych, mniej zasobnych w składniki odżywcze, innymi musimy kierować się względami. Tutaj nie tyle zależy na mechanicznej uprawie roli, ile na powiększeniu zapasów próchnicy i azotu, dalej na tem, aby rola (piaszczysta) nie pozostała przez lato bez przykrycia roślinnego, gdyż słońce wypaliłoby w niej resztki próchnicy a deszcze wyługowałyby utworzoną przez nitryfikację saletrę. Na takich więc glebach — o ile warunki do ugorowania są dane — najlepszym sposobem podniesienia urodzajności jest zasiew łubinu na zielony nawóz po poprzedniem zasileniu go obfitą dawką potażu. Na liche piaski stosowny jest żółty łubin, na lepsze ziemie niebieski a na polach zaperzonych naj-

odpowiedniej siać mięszankę obudwóch (i ewent. białego łubinu), aby osiągnąć jaknajbardziej zwarty stan roślinności. Łubin sieje się zwykle w kwietniu, najlepiej siewnikiem rzędowym w ilości 55 kg. na ¼ ha (żółtego łubinu wystarczy 50 kg.) a przy siewie rzutowym potrzeba około 15 kg. więcej. W ten sposób wyprodukować można na 1 hektarze 400—500 metr. centnarów zielonej masy roślinnej z zawartością 9000 kg. substancji suchej i 200 kg. azotu, do czego dochodzi zawartość azotu w korzeniach, która wynosi około 1/10 powyższej ilości. Cały ten plon przyoruje się jako nawóz pod płód następny.

W zwykłych warunkach jednakże poświęcenie jednego sprzętu z pola dla celów nawozowych okaże się zbyt kosztowne i dlatego na ogół nie jest polecenia godne. Natomiast zaleca się siać rośliny na zielony nawóz bądź w rosnące na polu zboże, aby po sprzęcie tegoż rozwijać się mogły jako „śródplony“, bądź też zasiewać je w spłużkowane natychmiast po sprzęcie ściernisko jako „poplony“.

Najłatwiej jest rośliny motylkowe wsiewać w zboże jako **śródplony**. Na glebach lekkich znakomicie nadaje się do tego celu seradella, którą sieje się prawie wyłącznie w żyto, gdyż inne zboża zbyt późno z pola schodzą, aby po sprzęcie ich seradella dostatecznie rozwinąć się mogła. Seradellę najkorzystniej siać drylem nie prędzej niż w końcu kwietnia lub początku maja, ponieważ zależy na tem, aby nie wyrosła zbyt wcześnie i przy sprzęcie żyta nie została kosą uszkodzona, co na późniejszy jej rozwój bardzo ujemnie wpływa. Na glebach mniej piaszczystych (wilgotniejszych) można ją także siać szerokorzutnie w ilości 12½ kg. na ¼ ha, drylem wystarczy 10 kg. Na lepszych glebach miejsce seradelli zastępuje lucerna chmielowa czyli żółta koniczyna, którą można wsiewać nietylko w żyto ale także w pszenicę i owies; w jęczmiona przez wzgląd na utrudnienie sprzętu zwykle koniczny się nie wsiewa. Z właściwych koniczyn najwięcej na uwagę zasługuje koni-

czyna szwedzka, którą sieje się bądź czystą, bądź jako przymieszkę (20%) do żółtej koniczyny (70%), do czego dodać można także (10%) białej lub czerwonej koniczyny. Koniczynę wsiewa się w żyto jaknajwcześniej, o ile możności już w lutym, w pszenicę lepiej dopiero przed albo po bronowaniu lub gracowaniu, siejąc zaś w jarzynę, można ją zasiać drylem równocześnie z jarzyną. Na ¼ ha potrzeba siewu koniczyny żółtej 5—6 kg., szwedzkiej i białej 2½—3 kg. Koniczyny wprawdzie w roku zasiewu nie wyrastają tak bujnie jak seradella, lecz główny pożytek przynoszą przez swe korzenie, w których więcej znajduje się substancji organicznej i azotu, niż w częściach nadziemnych. Podług dokonanej próby na 1 kwadrat. metrze żółtej koniczyny wynosiła waga liści i łodyg 430 g., korzeni do głębokości 30 cm. 784 g., azotu zaś w korzeniach było prawie 3 razy tyle co w pędach. Na najgorszych (żwirowych) ziemiach, gdzie nawet łubin nie udaje się, zasługuje na uwagę nostrzyk (z niemieckiego zwany koniczyną bokharyjską), który można w jesieni już wsiać w żyto, ponieważ trudno kiełkuje. Jest on wytrzymały na mróz i suszę i posiada zdolność głębokiego zakorzeniania się.

Uprawa śródplonów jest najtańszym i najwięcej rozpowszechnionym sposobem stosowania zielonych nawozów. System ten ma jednakże swe ujemne strony a przedewszystkiem tę, że często zawodzi. Seradella i koniczyna bowiem w suchym roku chybiają i skutkiem tego pole niespłużkowane po żniwach zaperza się. Przy korzystnem zaś powietrzu seradella w życie tak silnie może się rozwinąć, że sprzęt żyta przez to się obniży (do 50 kg. na ¼ ha) a przy zbyt rychłym siewie seradelli nawet znacznie więcej. Koniczyna zasiana na mocnej glebie ma zwykle ten skutek, że ziemia pod nią staje się zbita i twarda, co bardzo może ograniczyć korzyści zielonego nawozu. Niedogodności tych można uniknąć siejąc rośliny motylkowate w ściernisko jako **poplony**. Jest to najintensywniejszy, gdyż największego nakładu pracy i kapitału wymagający sposób nawożenia zielo-

nemi roślinami, ale w sprzyjających warunkach może przynieść największe korzyści. Najważniejsze są warunki klimatyczne, które uprawę poplonów czynią możliwą tylko tam, gdzie sprzęt zboża, po którem mają być siane, odbywa się dość wcześnie w lipcu, gdzie spodziewać się można przekropnego sierpnia i gdzie przymrozki jesienne nie zbyt rychło tamują wzrost roślin. Klimat także rozstrzyga o tem, do jakiego terminu siewy ścierniskowe powinny być ukończone. Dla W. Ks. Poznańskiego najpóźniejszym terminem dla uprawy poplonów są pierwsze dni sierpnia, dla Prus Zachodnich połowa lipca, tak iż tam tylko po jęczmieniu zimowym lub na drugoletniem koniczynisku poplony uprawiać można, gdy w Księstwie żytnie rżyska i wczesne jęczmieniska (jare) na ten cel służyć mogą.

Do obsiewu ściernisk na glebie lekkiej najstósowniejsze są wymienione już gatunki łubinu, o ile możności zmięszane ze sobą. Jeżeli gleba nie jest zbyt lekka, to można do łubinu domięszać peluszki a na lepszej ziemi bobiku, grochu albo wyki. Im lepsza gleba i im późniejszy zasiew, tem mniej należy brać łubinu a tem więcej tych ostatnich roślin, które znacznie prędzej od niego się rozwijają. Na mocne gleby odpowiednia jest mięszanka składająca się z 50% bobiku, 25% wyki i 25% grochu; ilość wysiewu na hektar ta sama co przy łubinie. Dobrą także mięszanką na mocne gleby jest bobik (25 kg.) i peluszka (10 kg.) z domieszką 5 kg. gorczycy na ¼ ha. Można siać także samą peluszkę albo ewent. groch lub wykę z gorczycą zależnie od tego, który siew wypada taniej i obiecuje lepszy rezultat. Na lekkiej glebie używana jest także wyczka piaskowa (30 kg.) z dodatkiem żyta świętojańskiego (7½ kg.), którą można i później zasiać w ściernisko, ponieważ głównie rozwija się na wiosnę i przyoruje ją się dopiero w maju pod kartofle. Wybór roślin na zielony nawóz i zestawienie mięszanek, na co kilka przykładów wyżej podaliśmy, należy przedewszystkiem zależnemi uczynić od gleby i od miejscowych stosunków.

Dalszym warunkiem udania się poplonów jest pospiech w wykonaniu robót. W tym celu powinno się wyzyskać każdą godzinę podczas żniw, wychodząc z założenia, że dla wzrostu roślin jeden dzień w lipcu więcej znaczy niż tydzień w październiku. Po skoszeniu zboża trzeba więc snopki zestawić w szerokie i proste rzędy, ściernisko pomiędzy rzędami natychmiast zagrabiać i płużkować a zaraz za płużkami powinien iść siewnik rzędowy. Jeżeli rola jest czysta, to bez bronowania zupełnie się obędzie, wałować przed siewem potrzeba ją tylko wtenczas, jeżeli jest tak luźna, że ziarno za głęboko dostałoby się w ziemię. Bardzo korzystnie jest zaopatrzyć dryl w krążki ugniatające, przez co osiąga się równiejsze wschodzenie ziarna a zarazem wszelkie dalsze zabiegi celem przykrycia ziarna stają się zbyteczne. Pasy, na których stały snopki, obsiewa się po sprzęcie zboża. Tutaj najlepiej przekonać się można, jakie znaczenie ma wcześniejszy zasiew, gdyż rośliny tamże zasiane nigdy nie dogonią tych, które choćby kilka dni rychlej były siane na reszcie ścierniska. To też, jeżeli zboże zbyt długo pozostaje na polu, pasów tych wogóle nie opłaci się obsiewać.

Rośliny zasiane na zielony nawóz na lepszej glebie zasiłku nie potrzebują, na ubogich, lekkich glebach należy jednakże dodać im potażu a w razie potrzeby także kwasu fosforowego i wapna. To ostatnie zwłaszcza dla koniczyn jest bardzo ważne. Nawozy te najlepiej użyć już pod przedplód roślin motylkowych. Zbiór azotu przez śródplony lub poplony nagromadzonego wynosić może 120—150 kg. a nawet więcej na 1 ha.

Przyorywanie zielonych nawozów powinno się odbywać w jaknajpóźniejszym okresie wegetacji roślin, gdyż wtedy ilość pozyskanego azotu i innych materyj odżywczych jest największa. Łubin np., skoro ma wykształcone ziarno, zawiera przeszło 3 razy tyle substancji suchej, azotu i kwasu fosforowego a blizko 2½ razy tyle potażu, co podczas kwitnienia. Ze względu na to tylko chyba w polu ugorowem będzie można zielony nawóz

dawać pod ozimine. Wtedy jednakże liczyć się trzeba z tem, że przy tak wczesnem podoraniu większa część zielonego nawozu rozłoży się podczas ciepłych dni jesiennych i że aż do wiosny ogromne straty powstaną przez wypłukanie azotu zwłaszcza na lekkiej glebie. Dlatego zwykle korzystniej wypadnie, sprzątnąć np. łubin na ziarno a następujące po nim żyto zasilić saletrą na wiosnę. Inaczej rzecz się ma z wyzyskaniem zielonego nawozu przez okopowe lub jarzynę. Pod te płody można zielony nawóz pozostawić aż do późnej jesieni i przyorać dopiero krótko przed nastaniem mrozów, a ponieważ rola pod nakryciem roślinnem tak prędko nie zmarznie, można ją nawet orać przy kilku stopniach mrozu. Z chwilą zmarznięcia ziemi ustaje działalność bakteryj i wtenczas strat azotu obawiać się nie potrzeba. Pod kartofle, które lubią luźną ziemię, najkorzystniej działa zielony nawóz, jeżeli przemarznie przez zimę i przyorany zostanie dopiero na wiosnę. Pod buraki i jarzynę jednakże należy go przyorywać w jesieni, ponieważ płody te wymagają odleżałej roli a przytem siane są zwykle na ziemi lepszej, dla której działanie mrozu na surową skibę jest wielkiego znaczenia. Na mocnej zaś glebie, gdzie proces rozkładu wolniej się odbywa, można i wcześniej na jesień przyorać nawozy zielone bez obawy o znaczniejsze straty. Zielone nawozy należy zawsze przyorywać miałko, nie głębiej niż 15—20 cm i to nietylko na glebie lekkiej, lecz przedewszystkiem na ciężkiej. Głębsze przyoranie przynosi zawsze straty.

Z roślin uprawnych najlepiej użytkują zielone nawozy buraki cukrowe i pastewne, buraki na nasienie i kartofle, a oprócz tego owies i latowa pszenica. Obok zielonego nawozu należy zawsze dodawać pod płód następny kwasu fosforowego i potażu, azotu zaś przy udanym zielonym nawozie dodawać nie potrzeba. Jedynie pod buraki opłaci się dodać do 30 kg. azotu na ha, pod kartofle zaś chyba wtenczas, jeżeli zielony nawóz nie był zbyt udany. Zauważono, że nader korzystnie działa mierzwa stajenna (choć w małych ilościach) przyorana

równocześnie z zielonym nawozem. Jest to polecenia godne na mocnych glebach, gdzie mierzwa działa głównie jako rozsadnik bakteryj i przez to podnosi skuteczność zielonego nawozu. Na innych glebach postępowanie to opłaci się tylko wtenczas, skoro rośliny zasiane na zielony nawóz mniej się obrodzą. Wogóle przy bardzo dobrym zielonym nawozie z płodów rolniczych tylko buraki opłacą jeszcze dodatek obornika i to najwyżej 2500 kg. na ¼ ha, inne płody zużytkować go nie mogą.

Zielony nawóz znakomicie skutkuje zarówno na glebie lekkiej jak i na mocnej. Przeciętnie można liczyć, że z zawartego w przyoranej masie azotu rośliny w nadwyżce plonu zużyją w 1szym roku 25%, w 2gim i 3cim roku 5—10%. Zdaje się, że na mocnej glebie liczby te (nietylko w pierwszym, ale mianowicie także w następnym roku) są trochę wyższe i że zielony nawóz także większą nadwyżkę plonu przynosi, niż na lekkiej glebie. Pomimo to mają zielone nawozy większe znaczenie na glebach lekkich niż na ciężkich. Pochodzi to ztąd, że ziemia lekka uboższa jest w azot niż ziemia gliniasta i dlatego rośliny motylkowe więcej na niej zbiorą azotu z powietrza, niż na ostatniej. Również i powiększenie zapasu próchnicy potrzebniejsze jest na glebie piaszczystej niż na gliniastej, która zwykle z natury więcej zasobna jest w próchnicę niż gleba lekka. Przedewszystkiem jednakże na glebie gliniastej zielony nawóz nie może współzawodniczyć z mierzwą stajenną, która tutaj lepiej działa od zielonego nawozu, gdy przeciwnie na glebach lekkich obornik pod względem skuteczności nie dorównuje zielonym nawozom. Pod tym względem interesujące są (kilkoletnie) próby przeprowadzone na polach doświadczalnych w Saksonji*). Rezultat był następujący:

---

*) Doświadczenia w Lauchstädt i Gross-Lübars podług Schneidewinda „Die Ernährung der landwirtschaftl. Kulturpflanzen".

	Sprzęt z 1 ha w kg.	
na mocnej glebie:	buraków cukr.	cukru
na żółtej koniczynie (bardzo dobrej)	39280	7844
na żółtej koniczynie z dodatkiem 10000 kg obornika	42310	7912
na 20000 kg obornika (bez zielon. nawozu)	48220	9041
na suchej piaszczystej glebie:	kartofli	skrobi
na żółtej koniczynie (bardzo dobrej)	23770	4017
na żółtym łubinie (bardzo dobrym)	24750	3985
na 20000 kg obornika	19390	3260
na 20000 kg obornika z dodatkiem 400 kg saletry	23700	3960

Widzimy więc, że na piaszczystej glebie potrzeba było wysokiej dawki saletry obok mierzwy stajennej, aby ten sam skutek wywołać co przez zielone nawozy. Doświadczenia praktyczne potwierdzają znakomite działanie zielonego nawozu na glebach lekkich. Pomimo to i na mocnych glebach zielony nawóz bardzo się opłaca, szczególnie wtenczas, gdy obornika niema poddostatkiem.

Przez zielone nawozy możemy więc pod wielu względami zastąpić mierzwę stajenną, a w niektórych warunkach nawet lepszy osiągnąć skutek. Na tej zasadzie powstały gospodarstwa bezinwentarzowe, w których zamiast obornika używa się wyłącznie zielonych i sztucznych nawozów*). Gospodarstwa takie mają rację bytu tam, gdzie produkcja nawozu stajennego wypada za drogo, gdzie jest korzystny zbyt na słomę i paszę i gdzie klimat sprzyja uprawie poplonów. Szczególnie zaś nadaje się gospodarstwo bezinwentarzowe na gleby lekkie piaszczyste; na mocnych glebach, gdzie następują po sobie późno dojrzewające płody, uprawa nietylko poplonów ale i śródplonów jest utrudniona. Natomiast nadaje się ona na takie pola, na których bądź dla

*) Najpierwsze i najsłynniejsze w Niemczech jest zaprowadzone przez Schultza w r. 1884 gospodarstwo bezinwentarzowe w Lupitz w Marchii brandenburskiej.

zbytniej odległości od podwórza, bądź też dla braku mierzwy lub innych powodów zaprowadzony jest ekstensywniejszy płodozmian. Obornik przychodzi wtedy na te pola, które najlepiej go zapłacą, a wszelkie dalej położone lub słabsze grunta wypadnie znacznie taniej zasilać zielonymi i sztucznymi nawozami.

Mamy więc w zielonych nawozach znakomity środek podniesienia wydajności gleby i możemy w każdym razie, jeżeli nie zupełnie, to częściowo zastąpić lub uzupełnić mierzwę stajenną. Oprócz tego zielone nawozy dają nam tę korzyść, że rośliny w tym celu uprawiane, stanowią po większej części znakomitą paszę; w razie potrzeby możemy z wielką korzyścią spaść je inwentarzem, który je sowicie zapłaci, a azotu przez to nie tracimy, gdyż pozostanie w mierzwie. Jeżeli zaś zaraz po skoszeniu zielonej paszy rola zostanie zorana, to osiągnie ona ten sam stopień sprawności, który daje jej świeżo przyorany zielony nawóz.

ROZDZIAŁ VI.

NAWOZY SZTUCZNE.

W przeciwieństwie do nawozów naturalnych sztuczne nawozy nie łączą w sobie wszystkich składników roślinnych, lecz zawierają tylko jednę lub dwie z najważniejszych substancyj odżywczych, tj. azot, kwas fosforowy, potaż albo wapno. Ponieważ substancje te zawarte są w sztucznych nawozach w znacznej ilości, dlatego nazywamy je także nawozami skoncentrowanymi. Sztuczne nawozy tem także różnią się od nawozów naturalnych, że z wyjątkiem wapna nie wywierają korzystnego wpływu na stan fizykalny gleby. Stosownie do zawartości ich można sztuczne nawozy podzielić na

1) nawozy azotowe,
2) „ fosforowe,
3) „ azotowo-fosforowe,
4) „ potasowe,
5) „ wapienne.

Zanim przejdziemy do opisu poszczególnych nawozów omówimy najpierw ogólne zasady używania sztucznych nawozów.

Zasady nawożenia. Każde żniwo sprzątnięte z pola odbiera glebie pewną ilość zawartych w niej substancyj, które roślinom służyły na pokarm. Z substancyj tych azot, potaż i kwas fosforowy są te, których rośliny sto-

sunkowo najwięcej spożywają, a w które żadna prawie gleba nie jest tak bogata, aby bez dowozu ich obywać się mogła. Zapas więc tych substancyj odżywczych w roli musiałby z każdym rokiem się zmniejszać, gdybyśmy nie dodawali glebie pokarmu roślinnego w formie nawozów.

W mierzwie stajennej zwracamy glebie znaczną ilość materyj odżywczych, jednakże tylko tyle, ile zawarte było w paszy zwierząt i to niezupełnie; pewna ich część bowiem służy do wytworzenia mleka lub ciała zwierzęcego, które przeważnie wywożone zostają poza obręb gospodarstwa. Jeszcze większą ilość materyj odżywczych wywozimy wprost w ziemiopłodach w formie ziarna i okopowych. Zawarte w ziemiopłodach składniki mineralne i azot pozostają w ich odpadkach fabrycznych; przez zakupno tych odpadków i spasanie ich inwentarzem możemy oddać glebie niemałą część wywiezionych substancyj. Również i siano łączne, którego składniki w mierzwę przechodzą, dostarcza roli spory zasób materyj odżywczych. Dowóz ten jednakże w rzadkich tylko razach może pokryć niedobór a nieraz i wtenczas jeszcze dodatek kupnych nawozów okaże się korzystnym.

Średnio przegniła mierzwa bydlęca zawiera w 1000 kg około 2 kg kwasu fosforowego, 4 kg azotu i 4½ kg potażu. Na 1 ha dajemy zatem:

	azotu	kw. fosf.	potażu
przy silnem nawożeniu (30000 kg)	120 kg	60 kg	135 kg
przy średniem „ (20000 kg)	80 „	40 „	90 „
przy słabem „ (15000 kg)	60 „	30 „	67 „

Przypuśćmy, że rola co 3 lata zostaje nawieziona obornikiem i że w 1-szym roku rozkłada się z obornika 50%, w 2-gim 30%, w 3-cim 10% i w następnych latach także 10%. W takim razie przypada na 1 ha:

przy silnem nawożeniu	azotu	kw. fosf.	potażu
w 1-szym roku	60 kg	30 kg	67 kg
w 2-gim „	36 „	18 „	40 „
w 3-cim „	12 „	6 „	13 „

		azotu	kw. fosf.	potażu
przy średniem nawożeniu				
	w 1-szym roku	40 kg	20 kg	45 kg
	w 2-gim „	24 „	12 „	27 „
	w 3-cim „	8 „	4 „	9 „
przy słabem nawożeniu				
	w 1-szym roku	30 „	15 „	33 „
	w 2-gim „	18 „	9 „	20 „
	w 3-cim „	6 „	3 „	7 „

Jeżeli porównamy z tem tabelkę na str. 92, to przekonamy się, że średni sprzęt z hektara wyciąga znacznie więcej materyj odżywczych z gleby. Nie jest wprawdzie koniecznem oddawać glebie tę samą ilość składników, którą się w sprzęcie wywozi. Jeżeli gleba ma dostateczny zapas którejkolwiek z substancyj odżywczych, to dodawanie jej w formie nawozu pożądanego skutku nie odniesie. Oględny gospodarz tak długo będzie czerpał z tego zapasu pokarmów roślinnych zawartych w glebie, dopóki dodatek nawozu nie przyniesie odpowiedniego podwyższenia sprzętu. W zwykłych warunkach jednakże, jeżeli nie w pierwszym, to w drugim i trzecim roku po nawiezieniu obornikiem roślinom pożywienia dodawać potrzeba, i w tym celu posiłkujemy się sztucznymi nawozami.

Nawozy sztuczne zawierają zwykle jeden z najważniejszych pokarmów roślinnych, tj. azot, kwas fosforowy, potaż lub wapno; działają one więc jednostronnie i skutkują tylko wtenczas, jeżeli w glebie brakuje danej substancji i jeżeli rośliny dowozu jej potrzebują.

Na wszystkich prawie gruntach zwykle najwybitniej zaznacza się brak azotu. Źródła, z których gleba zaopatruje się w niego, są bardzo skąpe a straty, na które azot wystawiony jest w glebie tak znaczne, że składnik ten prawie zawsze zawarty jest w najmniejszej stosunkowo ilości (minimum) w roli naszej. Z wyjątkiem małej ilości związków azotowych, których dostarczają stale opady atmosferyczne, gleba otrzymuje azot tylko za pośrednictwem bakteryj i to przeważnie tych, które żyją

w symbiozie z roślinami motylkowemi. To też przez uprawę tychże i przez zielone nawozy możemy nagromadzić w ziemi tyle azotu, ile następny płód potrzebuje. Jeżeli przytem dobrze żywimy inwentarz i zapomocą posilnej paszy powiększamy zapas azotu w mierzwie stajennej, to przy starannem jej pielęgnowaniu i umiejętnem użyciu możemy znacznie ograniczyć sprowadzanie drogich nawozów azotowych. Ponieważ jednakże nie wszystkie płody mogą dostać nawóz zielony lub stajenny, więc używanie kupnego azotu prawie zawszę będzie niezbędnem i to w tem większej ilości, im gleba z natury uboższą jest w azot. Azot w roli mieści się po większej części w formie organicznej, tj. jako składnik próchnicy. To też gleby murszowe, które przeważnie składają się z próchnicy, nawozu azotowego zwykle wcale nie potrzebują; im mniej zaś ziemia zawiera substancji próchnicowej, tem większej dawki azotu wymaga.

Po azocie najniekorzystniej przedstawia się dowóz kwasu fosforowego. W glebie bowiem znajduje się on zawsze w bardzo małej ilości i w stanie trudno rozpuszczalnym, a w mierzwie stajennej mała tylko ilość tego składnika powraca na rolę, gdyż większa część wywieziona zostaje w ziarnie i mleczywie. Przez wywóz tych produktów zapas kwasu fosforowego w glebie stale się zmniejsza, o ile nie dostarcza go się w formie sztucznych nawozów lub w formie skoncentrowanej paszy (otręb, makuchów), których składniki mineralne przechodzą w mierzwę.

Większa część spożytego przez rośliny potażu znajduje się w słomie, która zwykle prawie zupełnie zamienia się w mierzwę i powraca na rolę. Przez sprzedaż słomy jednakże oraz sprzedaż roślin okopowych (buraków, kartofli) wywozimy znaczne ilości potażu, jak tego dowodzi tabela na stronie 107. W gospodarstwach fabrycznych potaż i inne części mineralne zawarte w okopowych pozostają w odpadkach ich (w wywarze, wytłokach) i w mierzwie stajennej zostają zwrócone glebie. W gospodarstwach zaś z odpowiednim stosunkiem łąk

zyskuje rola niemały zasób potażu, zawartego w sianie łącznem. Dowóz potażu jest najważniejszy na glebach piaszczystych i murszowych, które z natury ubogie są w potaż i bezwarunkowo dodatku tegoż potrzebują. Ziemie mocne, gliniaste mają zwykle potażu poddostatkiem, lecz i tu nieraz nawozy potasowe się opłacają.

Ponieważ w glebie zwykle objawia się brak dwóch lub trzech składników równocześnie, dlatego dowóz jednej tylko substancji pozostaje albo bez skutku, albo znacznie mniejszy skutek przynosi, niż gdyby równocześnie dodano innych składników. Stosownie do powyższych wywodów potrzebują wszystkie dobre, średnie i mocne gleby dowozu azotu i kwasu fosforowego. Na rolach lekkich piaszczystych należyty skutek osiągnąć będzie można przy równoczesnym dodatku potażu, obok azotu i kwasu fosforowego. Gleby murszowe zaś azotu zwykle nie wymagają wcale, lecz potrzebują nawozów mineralnych, tj. kwasu fosforowego i potażu.

Wszelkie nawozy jednakże odpowiednio działać mogą tylko wtenczas, jeżeli rola zawiera dostateczną ilość w a p n a. Wiemy, że wapno łatwo podlega wyługowaniu i skutkiem tego nawet w glebie z natury wapnistej może z czasem zabraknąć tego składnika. To też na każdej w wapno ubogiej ziemi najpierwszym warunkiem jest dowóz wapna, nietylko jako pokarmu dla roślin, ale przedewszystkiem jako bardzo ważnego fizykalnego składnika gleby, który wielki wpływ wywiera na wszelkie własności roli, zarówno fizykalne jak chemiczne.

Wysokość sprzętu zależna jest, jak wiadomo, nie od tej substancji, która w największej ilości, lecz raczej od tej, która stosunkowo w najmniejszej ilości zawarta jest w glebie, to też przedewszystkiem przez dowóz tejże substancji można osiągnąć podwyższenie sprzętu. Poprzednie uwagi mogą posłużyć jako informacje co do zapotrzebowania nawozów, jednakże nie należy uważać ich za wskazówki bezwzględnie pewne i nieomylne. Każdy więc rolnik, jeżeli nie chce narazić się na znaczne straty, powinien, zanim zacznie używać sztucznych nawozów

na większą skalę, przekonać się, której lub których substancyj gleba jego potrzebuje.

Widzieliśmy, że przez analizę chemiczną do celu tego dojść nie możemy. Lepszy skutek próbowano osięgnąć przez doświadczenia wazonowe. Polegają one na tem, że pewną ilość ziemi z danego pola (osobno z warstwy rodzajnej a osobno z podglebia) posyła się do stacji doświadczalnej, gdzie sypią ją w wazony, dodają do każdego wazonu innych nawozów i zasiewają zboże. Skoro rośliny dojrzeją, sprząta je się, waży jaknajdokładniej i przez porównanie sprzętów z każdego wazonu stwierdza, który nawóz najlepiej skutkował. Rezultat tych doświadczeń posiada jednakże tylko względną wartość, ponieważ warunki działania nawozów w wazonach są inne jak na polu. Pomimo to doświadczenia wazonowe mogą nam dać wskazówkę, jakie nawozy na danej ziemi mniej lub więcej skutkują. Natomiast nie możemy z doświadczeń tych wnosić, o ile nawóz jakiś na polu się opłaci i w jakiej ilości użycie jego jest najkorzystniejsze. Najpewniejszym sposobem, aby rozstrzygnąć te wszystkie pytania, są próby polne wykonywane z różnymi nawozami. W tym celu wybiera się (ile możności zdala od brzegów pola) równy kawał ziemi, na którym już przedpłód równo się udał, i dzieli go na pewną ilość równoległych parcelek, z których każda może być 5 metrów szeroka, a przynajmniej 50, lepiej zaś 100 metrów długa, tak, by obejmowały po 250 lub 500 metr. kwadr. Z parcelek tych co drugą obsiewa się sztucznymi nawozami, a pomiędzy niemi pozostawia parcele bez nawozu, tak aby nawożone parcelki przeplatane były pasami nienawożonemi. Pojedyncze parcelki dostają następujące nawozy, licząc na ¼ ha:

1)	5 kg azotu,	10 kg kwasu fosforowego,	18 kg potażu
2)	8 „ „	10 „ „ „	18 „ „
3)	8 „ „	10 „ „ „	—
4)	8 „ „	—	18 „ „
5)	—	10 „ „ „	18 „ „

Pomiędzy tymi pozostaje 5 parcelek bez nawozu. Jeżeli parcelki mają po 500 m. kwadr. obszaru, to ilość nawozów na 1) parcelkę wynosiłaby 6½ kg. saletry chilijskiej *(azot)*, 10 kg. superfosfatu 20% *(kwas fosforowy)* i 28 kg. kainitu *(potaż)*. Druga parcelka otrzymałaby 10 kg. saletry chilijskiej, a superfosfat i kainit w tej samej ilości. W następnych parcelkach opuszcza się zawsze jeden z nawozów a resztę daje w równych ilościach co pod nr. 2). Parcelki oznacza się kołkami i następnie obsiewa się zbożem równocześnie z całem polem; ze zwyżki plonu na tej lub owej parcelce można przekonać się, który nawóz najlepiej skutkował. Różnica pomiędzy parcelą 2) a 3) dowodzić będzie skuteczności potażu, skuteczność kwasu fosforowego wykaże się z różnicy pomiędzy nr. 2) a 4), a azotu pomiędzy 2) a 5). Ponieważ azot na wszystkich prawie glebach skutkuje, dlatego na parceli 1) i 2) robimy próbę z nierównemi dawkami azotu, aby z różnicy sprzętu na obu parcelach przekonać się, która dawka azotu lepiej się opłaca. Zbiór płodów i ważenie sprzętu z każdej parceli wymagają jednakże wielkiej akuratności i połączone są z pewnemi trudnościami; jeżeli więc rolnik nie może robót tych osobiście dozorować, to lepiej, że zadowolni się oszacowaniem rezultatu na oko, przyczem nietylko ogólny wygląd roślin, ale i rozwój pojedyńczych ich części (długość kłosów, jakość ziarna itd.) uwzględnić należy. Bardzo polecenia godnem byłoby powtarzać tę samą próbę w następnych latach na tych samych parcelach i przejść w ten sposób całą rotację płodozmianu. W roku, w którym przypada mierzwa stajenna, należy wtedy wszystkie parcele równo wymierzwić a zresztą dawać co rok te same nawozy, (o ile następujące po sobie płody ich wymagają.

Zanim jednakże zaczniemy wykonywać próby z powyższymi nawozami, powinniśmy się przedewszystkiem przekonać, czy rola nie potrzebuje dowozu wapna. Pod tym względem mamy zadanie o tyle ułatwione, że drogą chemiczną zbadać możemy, czy w ziemi naszej rośliny

mają wapna dostateczną ilość lub nie. Oprócz analizy chemicznej przecież uwzględnić należy także stan fizykalny gleby, gdyż i na takich gruntach, w których rozbiór chemiczny wykaże dostateczną zawartość wapna, wapnowanie może opłacać się przez to, że poprawia fizykalne własności gleby i pośredni wywiera wpływ na wegetację. Dlatego i to pytanie najpewniej rozstrzygną doświadczenia polne.

Skoro przekonamy się, jakich substancyj gleba potrzebuje, należy zapomocą dalszych prób zbadać, w jakiej ilości, w jakiej formie (i w jakim czasie) dodawać ich na danej glebie jest najkorzystniej. Nie wystarcza bowiem zapewnić się, że ten lub ów nawóz w glebie skutkuje, ale należy jeszcze sprawdzić, czy używanie go w danych warunkach rzeczywiście się opłaca, i obliczyć, przy jakiej ilości nawozu osiąga się najwyższą rentę z ziemi. Jeżeli np. skonstatujemy, że dawka 8 kg. azotu, użyta na ¼ ha, wywołała podwyższenie sprzętu o 150 kg. ziarna, (co przy racjonalnem zastosowaniu i przy dostatecznej ilości kwasu fosforowego i potażu jest możebnem), to nie należy sądzić, że podwójna dawka, tj. 16 kg. azotu, na tej samej przestrzeni podniesie sprzęt ziarna o 300 kg. Raczej prawdopodobnem jest, że druga dawka 8 kg. wywoła może o połowę mniejsze podwyższenie sprzętu, niż pierwsze 8 kg., tj. nie 150 kg. lecz około 75 kg., tak iż przy 16 kg. azotu sprzęt podniósłby się nie o 300 kg. lecz o 225 kg. ziarna na ¼ ha. Podwyższenie sprzętu nigdy bowiem nie postępuje równym krokiem z powiększeniem dawki nawozu, lecz zmniejsza się tem bardziej, im większe są dawki nawozowe. Im wyższe więc sprzęty chcemy wyprodukować na danej przestrzeni, tem kosztowniejsze stosunkowo staje się nawożenie, tak iż wyprodukowanie 21go metr. ctr.*) ziarna na 1 hektarze jest droższe niż 20go, 22go metr. ctra jeszcze droższe niż 21go itd., aż dochodzi się do granicy, przy której ustaje rentowność nawożenia. Z tego wynika ważna dla prak-

*) Centnar metryczny = 100 kg.

tyki rolniczej reguła postępowania. Nieraz bowiem się zdarzy, że z jakichkolwiek powodów mamy mniej sztucznego nawozu (lub obornika) do dyspozycji, niż potrzeba do dostatecznego zasilenia całego pola. W takim razie byłoby fałszywem nawieźć — dajmy na to — pół pola obficie a drugą połowę pozostawić bez nawozu. Lepiej wtedy obniżyć dawkę nawozu i nawóz rozdzielić równo na całe pole — rozumie się tylko wtenczas, jeżeli całe pole równomiernie nawozu potrzebuje.

Ustanawiając normy nawożenia należy się trzymać zasady, aby tylko tyle sztucznego nawozu dawać pod poszczególne płody, ile one przy możliwie najlepszym sprzęcie zużytkować i opłacić mogą. Stosuje się to w pierwszym rzędzie i bezwarunkowo do azotu, który, o ile w pierwszym roku przez rośliny nie zostanie zużyty, jest stracony dla roli. Kwas fosforowy i potaż, niewyzyskane przez rośliny, na lepszych glebach pozostają wprawdzie w roli nadal a tylko na lekkich gruntach potaż a częściowo kwas fosforowy podlegają wyługowaniu. I tymi składnikami jednakże z zasady nie zaleca się roli nawozić na zapas. Do wapnowania powyższe uwagi się nie stosują, gdyż nawóz ten służyć ma nie tyle na pokarm dla roślin, ile do poprawienia fizykalnych własności gleby. Ponieważ w mierzwie stajennej dajemy znaczną ilość azotu, kwasu fosforowego i potażu, które przez kilka lat, lecz w coraz mniejszym stopniu skutkują, więc udział tych składników mierzwy należy uwzględnić przy wymiarze dawek nawozów sztucznych. Tak samo należy brać w rachubę działalność azotu danego pod postacią zielonych nawozów.

Sztuczne nawozy skutkują wogóle najpewniej i najlepiej się opłacają na glebach niezbyt ubogich w próchnicę, z dobrym składem fizykalnym i przy korzystnych warunkach klimatycznych. Gleby kwaśne i mokre wpierw potrzebują osuszenia, a dopiero potem przystąpić należy do zasilenia ich sztucznymi nawozami. W nawozach kupnych możemy dostarczyć glebie wszystkich składników, których ona potrzebuje do wydania wyso-

kich sprzętów, i pod tym względem mogą one mierzwę stajenną zastąpić zupełnie. Sztuczne nawozy jednakże nie posiadają (z wyjątkiem wapna) własności poprawiania fizykalnego stanu gleby, i dlatego wyłączne ich używanie nie na każdej ziemi stale i z korzyścią da się przeprowadzić. Natomiast wpływ fizykalny obornika można znakomicie zastąpić zielonymi nawozami.

Wiadomo, iż sztuczne nawozy w wysokim stopniu podlegają fałszowaniu, to też przy kupowaniu ich zaleca się wielką ostrożność. Powinno się więc zawsze żądać poręczenia co do zawartości i rozpuszczalności nawozu i z każdego transportu przeciętną próbę posłać do analizy. Przytem zważać należy, aby towar był suchy i jak najdokładniej sproszkowany, gdyż tylko wtenczas możliwem jest należyte rozdzielenie go w ziemi.

Ponieważ od równego rozdzielenia nawozu w glebie zależna jest głównie jego działalność, dlatego sztuczne nawozy należy rozsiewać tylko przy suchem i ile możności spokojnem powietrzu. Zadanie to spełniają najlepiej maszyny, siew ręczny bywa bardzo niedokładny. Po rozrzuceniu nawozów należy je z reguły jaknajprędzej zabronować, lepiej jeszcze zakrymerować albo przypłużkować.

1. Nawozy azotowe.

Saletra chilijska. Na zachodniem wybrzeżu południowej Ameryki, na wyżynie, która dzięki wyjątkowemu położeniu, pozbawiona jest zupełnie deszczów, znajduje się słynny pokład saletry chilijskiej. Pod względem chemicznym saletra chilijska jestto związek kwasu azotowego z sodą czyli a z o t a n s o d u *($NaNO^3$)*, który w stanie surowym pomięszany jest z piaskiem, z solą kuchenną i glauberską. Przez kilkakrotne czyszczenie otrzymuje się produkt handlowy, który zawiera 95—97% azotanu sodu, a stosownie do tego 15½—16% azotu; tworzy on białawą sól, łatwo rozpuszczalną i hygro-

skopijną, tj. taką, która chciwie pochłania wilgoć z powietrza. Dlatego przechowywać należy saletrę w miejscu suchem, pomimo to jednakże zbija się ona w duże bryły, które przed rozsianiem rozdrabniać trzeba, najlepiej za pomocą odpowiedniego młynka. Saletra zawiera czasami przymieszkę nadchloranu sodowego, związku szkodliwego dla roślin wogóle a szczególnie dla żyta. Kupując więc saletrę żądać należy gwarancji za to, że nie posiada więcej niż 1% nadchloranu.

Saletra chilijska zawiera azot w tej formie, w jakiej rośliny go najłatwiej użytkują i dlatego działa znacznie szybciej, niż wszystkie inne nawozy azotowe. Ponieważ gleba saletry chilijskiej nie absorbuje wcale, dlatego nawóz ten jako roztwór wodny dowolnie rozszerzać się może w roli i udziela się szczególnie spodnim, wilgotnym warstwom. Z tego powodu można saletrę używać jako wierzchni nawóz i dodawać ją w czasie wegetacji roślin. Podczas deszczu saletra dostaje się w głębsze warstwy a mianowicie na lżejszej ziemi łatwo zostaje wypłukana w podglebie, zanim korzenie roślin zużyć ją zdołają. To też na dłuższe działanie saletry w glebie nie można liczyć, i używanie jej wymaga wogóle wielkiej ostrożności. Saletra skutkuje znakomicie na wszelkich gruntach potrzebujących azotu; najlepiej wszakże na dobrych glinkowych i marglowych glebach, które najwyższą dawkę saletry opłacić są w stanie. Na glebie bardzo przepuszczalnej można używać saletry wyłącznie jako wierzchniego nawozu, i to lepiej w mniejszych, a kilkorazowych dawkach, aby uniknąć straty przez wypłukanie. Saletra ma własność rozpuszczania i roztwarzania w glebie absorbowanych materyj i pobudza je do prędszej działalności. To też przy dostatecznym zapasie materyj mineralnych w ziemi, mianowicie kwasu fosforowego i potażu, saletra jest znakomitym i pewnym środkiem do wyzyskania tychże i podwyższenia plonu. Z drugiej strony jednakowoż jednostronne nawożenie saletrą bez dodatku innych nawozów może doprowadzić do zubożenia i wyczerpania gleby. Wyłączne użycie

saletry chilijskiej zaleca się wtenczas, skoro chodzi o poratowanie uszkodzonych lub słabo idących zasiewów; pod tym względem żaden inny nawóz nie dorównuje saletrze, gdyż wkrótce po jej rozsypaniu rośliny dostają ciemno-zielonego koloru i zaczynają silnie się krzewić. Saletra nietylko wpływa na podwyższenie sprzętu, ale podnosi także procentową zawartość azotu w roślinach, tak iż płody rolne nawożone saletrą odznaczają się większą obfitością azotu (białka), niż te, które nawóz azotowy dostały w innej formie.

Jako nadzwyczaj szybko i silnie działający nawóz rozsiewa się saletrę chilijską przeważnie tylko na wiosnę, i to albo bezpośrednio przed siewem, albo też podczas wegetacji roślin jako wierzchni nawóz. Wczesne użycie saletry pobudza rośliny do wypuszczania nowych pędów, czyli do krzewienia się, co na ziemi bujnej, obfitej w azot może stać się powodem wylegnięcia zboża. Przy zbyt późnem zaś lub zbyt obfitem użyciu saletra powoduje odmładzanie się roślin i opóźnia ich dojrzewanie, co może się przyczynić do niedokładnego wykształcenia ziarna, albo zmniejszenia zawartości skrobi lub cukru u roślin okopowych. Dlatego nadzwyczaj ważną jest rzeczą, aby nawożenie saletrą odbywało się we właściwym czasie, tudzież w odpowiedniej ilości. Jakkolwiek i pod tym względem warunki gleby i klimatu, oraz stan kultury ważną odgrywają rolę, postaramy się przecież o udzielenie niejakich wskazówek co do użycia saletry pod najważniejsze płody.

Przy uprawie o z i m i n najstosowniejsze jest użycie saletry na wierzch czyli „na głowę“ i to jaknajwcześniej na wiosnę, skoro tylko wegetacja się ruszy. W razie potrzeby można dawkę saletry powtórzyć, lecz pod żyto nie później jak do 20 kwietnia, pod pszenicę do połowy maja. Pod każde zboże saletra tem lepiej skutkuje, im rychlej ją się użyje, a w każdym razie powinno ją się dać, zanim zboże przestanie się krzewić. Z j a r z y n owies i latowa pszenica największą ilość saletry zużytkować mogą, to też można użyć ją tutaj w dwóch razach,

t. j. pierwszy raz przed siewem a drugi raz na wierzch po wzejściu. Natomiast jęczmień znosi tylko małą dawkę saletry, którą w każdym razie dać trzeba rychło, tj. albo przed siewem, albo krótko po wzejściu, zanim jęczmień dostanie 3-ci, (najwyżej 4-ty) listek. Również wczesne użycie saletry zaleca się pod k a r t o f l e, gdyż inaczej saletra mogłaby opóźnić zawiązywanie się młodych kartofli; najlepiej rozsiać saletrę na zbronowane pole przed pierwszem obradleniem kartofli. Najwięcej opłaca się nawożenie saletrą chilijską pod b u r a k i c u k r o w e, — i tu przecież sposób użycia saletry ważną odgrywa rolę. Wyłączne użycie saletry przed siewem naraziłoby rolnika — na glebach przepuszczalnych mianowicie — na niechybne straty; przed siewem zaś dla tego samego większej ilości saletry dawać się nie powinno, ponieważ opóźniłaby ona wschodzenie buraków. Zwykle najkorzystniej będzie podzielić saletrę na 2 lub 3 dawki i dać pierwszą albo przed siewem, albo też zaraz po wzejściu buraków, a ostatnią w czerwcu przed trzeciem gracowaniem. W ten sposób buraki wyzyskać mogą nawóz azotowy najlepiej, a byleby ostatnia dawka zbyt późno nie nastąpiła, to ujemnego wpływu na zawartość cukru bynajmniej obawiać się nie potrzeba.

Sypanie saletry na wierzch wymaga pewnej ostrożności. Skoncentrowany roztwór saletry bowiem wypala tkanki roślinne, a nawet niszczy zupełnie młode kiełki roślin. Dlatego saletrę należy rozsiewać tylko przy suchem powietrzu, a na bardzo młode lub świeżo wschodzące rośliny (młoda koniczyna w jarzynach) nie można jej sypać nawet o rosie. Skutkiem nawożenia saletrą łatwo tworzy się na powierzchni gleby skorupa, mianowicie na ziemi gliniastej; trzeba więc w takim razie, jeżeli można, zluźnić glebę przez bronowanie lub gracowanie. Używając saletry przed siewem, wystarczy ją zabronować. W końcu nadmieniamy, że saletra ma trujące własności i należy się wystrzegać wszelkiego zetknięcia jej (i worków od saletry) z paszą dla inwentarza.

Przez 1 metr. ctr. (= 100 kg.) saletry chilijskiej podwyższyć można sprzęt o 3—4 metr. ctr. ziarna, 20 metr. ctr. buraków cukrowych, 40 metr. ctr. buraków pastewnych i 25—30 metr. ctr. kartofli.

Siarkan amonu czyli sól amonowa jest to związek kwasu siarkowego z amoniakiem *(2 NH^3. H^2O. SO^3)*, ten sam, który się tworzy w gnojówce konserwowanej kwasem siarkowym. Nawóz ten zawiera 19—21% azotu i stanowi białawą, w wodzie rozpuszczalną sól, którą otrzymuje się przez suchą destylację*) węgla kamiennego jako produkt poboczny przy fabrykacji gazu i koksu. Siarkan amonu zawiera czasem szkodliwą substancję, zwaną rodanem *(CHNS)*, który jest trucizną dla roślin; chcąc się przekonać o zawartości rodanu, sypie się w kieliszek szczyptę soli amonowej, nalewa na to 1 łyżeczkę wody, a po rozpuszczeniu soli dodaje się 1—2 kropli rozczynu chlorku żelaza, którego dostanie się w każdej aptece. Jeżeli rodan jest obecny, to płyn zabarwi się na czerwono; w takim razie nawozu tego najlepiej nie używać wcale, a co najmniej należałoby go rozsiać kilka tygodni przed siewem zboża.

Siarkan amonu nie działa tak szybko i energicznie jak saletra, głównie z tego powodu, że amoniak zostaje absorbowany przez glebę. Skutkiem tego też działalność jego trwa dłużej i nie tak łatwo zostaje on wypłukany z gleby jak saletra. Jakkolwiek sole amonowe wprost przez rośliny przyswajane być mogą, jednakże przyjąć można, że większa część amoniaku wpierw w roli zamienia się na saletrę (przez znany nam proces nitryfikacji), zanim roślinom służy na pokarm. Na glebie pulchnej, luźnej, zasobnej w wapno nitryfikacja odbywa się dość szybko i tam też sól amonowa najlepiej skutkuje. Zresztą można na każdej glebie (nieubogiej w wapno) — z wyjątkiem gruntów kwaśnych — z korzyścią używać soli amonowej, jeżeli chodzi nie o natychmiastowe, lecz o dłuższe i stopniowe działanie azotu.

---

*) Sucha destylacja = ogrzewanie bez przystępu powietrza.

Z roślin uprawnych kartofle i owies siarkan amonu również dobrze wyzyskują jak saletrę chilijską, inne płody, a mianowicie buraki, wolą saletrę. W przeciwieństwie do saletry amoniak nie wpływa (a przynajmniej znacznie mniej) na podniesienie zawartości azotu w roślinach, i z tego powodu siarkan nadaje się szczególnie jako nawóz azotowy pod jęczmień browarny, u którego zależy na tem, aby ziarno posiadało jaknajmniej związków białkowych zawierających azot. Również i u kartofli podwyższenie zawartości azotu, wywołane saletrą, może być niepożądanem, gdyż zwykle idzie w parze z obniżeniem zawartości skrobi, a przytem i na trwałość kartofli saletra gorzej wpływa niż amoniak. Siarkan amonu jest także polecenia godnym pod pszenicę, tam gdzie intensywniej działająca saletra wywołuje rdzę zbożową. Pod oziminy można używać siarkanu na jesień, lecz w większych ilościach tylko na dobrej ziemi, gdyż na średniej i lekkiej glebie azot niewyzyskany w jesieni prawie zupełnie może być wypłukany podczas zimowych miesięcy. Sól amonowa daje się krótko przed siewem zboża i należy ją dobrze w glebie rozdzielić.

Jako wierzchni nawóz siarkan amonu — zwłaszcza na gleby gliniaste — mniej się nadaje, gdyż chociaż w wodzie rozpuszczalny nie może on tak swobodnie rozszerzać się w roli jak saletra, ponieważ amoniak dość silnie zostaje absorbowany (przytrzymany) przez glebę. Najmniej odpowiednie jest wierzchnie użycie siarkanu na ziemiach zamożnych w wapno, jakiemi zwykle bywają wszystkie lepsze gleby. Na ziemi takiej wapno łączy się z kwasem siarkowym zawartym w siarkanie i uwalnia amoniak, którego znaczna część się ulatnia. Natomiast z korzyścią można używać siarkanu na wierzch na lekkich ziemiach, odznaczających się małą zdolnością absorbcji i małą zawartością wapna, jakkolwiek i tutaj siarkan zwykle nie dorównuje saletrze.

Ponieważ wapno wypędza amoniak z jego związków i uwalnia go, dlatego nigdy nie należy mięszać soli amonowej z materjałami, zawierającymi wapno (np.

z azotniakiem wapnia, tomasówką itd.), gdyż przez to amoniak ulotniłby się w powietrze.

Od niedawna istnieje także sposób, zapomocą którego przez syntezę wytwarza się amoniak z azotu znajdującego się w powietrzu i z wodoru zawartego w wodzie. Amoniak ten (syntetyczny) wyrabia się fabrycznie i przez połączenie z kwasem siarkowym zamienia go na siarkan amonu, który w niczem nie różni się od nawozu otrzymanego przez destylację węgla kamiennego*).

Saletra norweska, zwana **Norge,** jest wytworem sztucznym, w którym azot pochodzący z powietrza zawarty jest jako azotan wapnia (saletra wapniowa) czyli jako związek kwasu azotowego z wapniem (CaN^2O^6). Do fabrykacji tej potrzebny jest prąd elektryczny o silnem napięciu, wytwarzający temperaturę 3000° C. Pod wpływem tak wysokiej temperatury azot będący w powietrzu utlenia czyli spala się na kwas azotowy, a tenże przez działanie wapna zamieniony zostaje na azotan wapnia. Saletra norweska zawiera około 13% azotu, który tak samo skutkuje jak azot w saletrze chilijskiej. Główna różnica polega na tem, że w saletrze chilijskiej azot złą-

---

*) Z powodu braku kwasu siarkowego wywołanego przez wojnę zastępuje go się w Niemczech innymi kwasami lub kwaśnemi solami, zapomocą których wiąże się amoniak. Używa się na ten cel bądź kwasu solnego, który z amoniakiem tworzy chlorek amonu, zawierający 23% azotu, bądź dwusiarczku sodu, dającego siarkan sodowo-amonowy z zawartością 8—9% azotu, bądź też kwasu węglowego, z którym amoniak łączy się na dwuwęglan amonu, mający 16—17% azotu. Produkty te używa się także jako nawozy azotowe, i skutkują one podobnie jak siarkan amonu. Najmniej pewną jest skuteczność węglanu amonu, który ma tę wadę, że bardzo szybko się ulatnia i dla tego powinien natychmiast być ziemią przykryty.

Za pomocą innej metody można syntetycznie wytworzony amoniak przez oksydację zamienić na kwas azotowy, który połączony z amoniakiem daje azotan amonu. Jestto materjał bardzo hygroskopijny i łatwo eksplodujący i dlatego mięsza go się z solą potasową, przez co powstaje nawóz zwany saletrą potasowo-amonową lub azotanem potasowo-amonowym. Zawiera on 14—15% azotu, z czego połowę w formie amoniaku, połowę jako kwas azotowy, i około 28% potażu. W tej formie nawóz ten nadaje się pod wszelkie płody i działa podobnie jak mięszanka saletry, siarkanu amonu i soli potasowej.

czony jest z sodą, w saletrze norweskiej zaś z wapnem i skutkiem tego ta ostatnia mniej wpływa na zeskorupienie gleby, co na ziemiach zlewnych oraz ubogich w wapno przemawia na jej korzyść. Ujemną stroną saletry Norge jest to, że jeszcze więcej hygroskopijna jest od saletry chilijskiej i gdy naciągnie wilgocią rozpływa się zupełnie. Z tego powodu rozsiewanie jej przy niezupełnie suchem powietrzu jest utrudnione i przesyłka jej odbywa się w szczelnie zamkniętych beczkach. Używa się saletry Norge tak samo jak chilijskiej. Szkodliwych własności saletra wapniowa nie posiada, a znajdująca się w niej mała ilość azotynu wapnia jest dla roślin zupełnie nieszkodliwa.

Azotniak wapnia jest również nawozem wytwarzanym z azotu atmosferycznego. Aby wydobyć czysty azot z powietrza przepuszcza je się przez rozżarzoną miedź, która pochłania tlen pozostawiając azot, albo też usuwa się tlen przez destylację płynnego powietrza. Pozbawione tlenu powietrze przeprowadza się następnie przez piece, w których przy temperaturze 700—1000° C. łączy się ono (czyli azot) z drobno sproszkowanym karbidem wapnia. Tak otrzymany produkt, który po ostudzeniu zostaje drobno zmielony, zawiera 17—20% azotu, oprócz tego 55—60% wapna i 15—20% węgla z przymieszką chloru i innych substancyj. W azotniaku wapnia azot zawarty jest jako cyanamid wapniowy *($CaCN^2$)* i w tej formie nietylko nie jest pokarmem roślinnym, lecz stanowi substancję szkodliwą dla roślin (i zwierząt). W roli jednakże pod wpływem kwasu węglowego i wody cyanamid oswobodzony zostaje z związku z wapnem i przez dalszą reakcję zamienia się na mocznik, a tenże przez bakterje rozłożony zostaje najpierw na amoniak a potem na kwas azotowy.

Nietylko w glebie ale i na powietrzu azotniak łatwo się rozkłada, co utrudnia niezmiernie jego przechowanie. Azotniak bowiem przyciąga wilgoć i kwas węglowy z powietrza, przez co powiększa swoją wagę i objętość i rozsadza worki, a następnie zbija się w twarde bryły.

Równocześnie pod wpływem kwasu węglowego z powietrza rozkłada się, lecz rozkład tutaj inaczej odbywa się jak w roli, gdyż cyanamid — zwłaszcza pod wpływem ciepła i dostatecznej ilości wilgoci — częściowo zamienia się na dwucyandwuamid, który również jest trujący dla roślin jak cyanamid, lecz tem od niego się różni, że przez długi czas dalszemu rozkładowi w glebie nie podlega. O ile więc azotniaku zaraz się nie rozsiewa, należy się starać o możliwie suche przechowanie go. Najlepiej wysypać go z worków na podkładzie z desek lub z papy i cały stos przykryć tomasówką lub suchem prószem torfowem i na to słomą. Jeżeli się zaś worków nie wysypuje, należałoby go przynajmniej przykryć grubo słomą. Dobrze się także przechowuje azotniak sypany warstwami na przemian z kainitem i przykryty tomasówką. Biorąc w miarę potrzeby z tego stosu należy go ścinać szpadlem prostopadle, przez co azotniak mięsza się z solą potasową i o wiele łatwiej potem się rozsiewa. Rozsiewanie bowiem azotniaku jest rzeczą nadzwyczaj uciążliwą, gdyż ogromnie się rozkurza. Ponieważ niszczy przytem ubranie i szkodliwie działa na błony śluzowe (nosa i ócz), więc rozsiewać ręką prawie go niepodobna a maszynę siejącą azotniak ludzie także niechętnie obsługują.

Najmniej stosowny jest azotniak wapniowy na gleby bardzo lekkie i na mursze, na których cyanamid trudno się rozkłada i skutkiem tego przez długi czas może wywierać szkodliwy wpływ na roślinność. Zresztą można używać azotniaku wapnia na każdej glebie i pod wszelkie płody. Najlepiej nadaje się pod kartofle, owies, oziminy, w ilościach nie przekraczających na 1 hektarze 150—200 kg. na lżejszych a 300—400 kg. na mocnych glebach. Z zasady powinno się azotniak dawać jeden do dwóch tygodni przed siewem zboża i chcąc najlepszy skutek osięgnąć natychmiast dobrze go z ziemią zmięszać*). Na

*) W praktyce siewa się także azotniak z dobrym rezultatem pod jarzyny i buraki bądź wczesną wiosną na zmarzniętą skibę, bądź bezpośrednio przed siewem zboża.

dobrych ziemiach można go dać już na jesień, zarówno pod oziminy, jak pod jarzyny i buraki, i zaraz przyorać, byle nie za głęboko. Na lżejszych glebach jednakże nawet pod oziminy nie można dawać większej ilości azotniaku na jesień, gdyż po zamianie na saletrę zostałby w czasie zimy z gleby wypłukany. Jako wierzchniego nawozu azotniaku wogóle używać się nie powinno, chyba z konieczności na ozimine i to na schyłku zimy (w lutym), zanim wegetacja się ruszy. Najlepiej uczynić to na suchym mrozie, kiedy listki oziminy zupełnie są suche a więc w popołudniowych godzinach, ale zawsze będzie to połączone z ryzykiem uszkodzenia oziminy. — Ponieważ azotniak zawiera wapno, więc nie należy przyorywać go równocześnie z mierzwą stajenną, gdyż wapno wypędziłoby z niej amoniak*).

Nawozy azotowe. Oprócz wymienionych dotąd mamy nawozy, zawierające azot wspólnie z kwasem fosforowym w formie organicznej (p. str. 181). Nie działają one tak szybko jak wyżej opisane sole azotowe, gdyż muszą się wpierw w glebie rozłożyć, podobnie jak nawóz zielony lub mierzwa stajenna, lecz za to skutkują przez dłuższy przeciąg czasu. Nawozy te najodpowiedniejsze są na gleby lekkie, gdzie silniej działające wpływy atmosferyczne przyspieszają ich rozkład.

Z pomiędzy wszystkich nawozów azotowych azot w formie saletry ma najwyższą wartość nawozową, gdyż działa najszybciej i najlepiej zostaje wyzyskany przez rośliny. Na 100 części azotu, danych pod postacią saletry, powrócić może w sprzęcie — w korzystnym razie — 90 części. Z żadnego innego nawozu rośliny stosunkowo tak wiele azotu pobrać i zużytkować nie mogą jak z sa-

---

*) Azotniak wapniowy w czasie wojny nabrał wielkiego znaczenia jako jedyny prawie nawóz azotowy, który w większej ilości był do dyspozycji Używanie go jednakże połączone jest z tylu niedogodnościami, że w przyszłości zapewne będzie musiał ustąpić miejsca innym nawozom azotowym, sam zaś służyć będzie jako materjał do dalszej przeróbki na amoniak i saletrę, do czego przy dzisiajszym stanie techniki bardzo się nadaje.

letry, czyli ta sama ilość azotu dana w innej formie mniejsze spowoduje podwyższenie sprzętu, niż gdy dana jest jako saletra. Chcąc więc zastąpić azot w saletrze wolniej działającym azotem, musimy użyć odpowiednio większą ilość azotu, aby ten sam osiągnąć skutek. W tym celu podajemy tablicę, w której porównana jest skuteczność azotu w rozmaitych nawozach z azotem zawartym w saletrze chilijskiej. W następującem zestawieniu podwyższenie sprzętu osiągnięte przez saletrę, przyjęte jest = 100, a w stosunku do tego podwyższenie sprzętu, które wywołuje równa ilość azotu w innych nawozach, wyrażona jest odpowiednio mniejszemi liczbami.

Azot w formie	Skuteczność
saletry chilijskiej	= 100
„ norweskiej	= 100
soli amonowej	= 90—95
guana peruwiańskiego	= 85
azotniaku wapniowego	= 75—80
mąki z krwi lub rogów	= 70
„ z ryb, mięsa	= 60
pudrety, mąki kostnej	= 55
mierzwy stajennej i ziel. nawozu	= 40—45
prósza od wełny	= 25
mąki ze skór	= 10

Ponieważ azot jest najdroższą materją nawozową, przeto o ile rodzaj gleby i gatunek uprawianych roślin na to pozwoli, będziemy wybierać takie nawozy azotowe, przez które podwyższenie sprzętu najtańszym kosztem osiągniemy. Wogóle należy sztucznych nawozów azotowych dowozić tylko tyle, ile rośliny w pierwszym roku zużytkować potrafią, azot bowiem długo w roli się nie zatrzymuje, lecz prędzej lub później zamienia się w azotany, które, jako rozpuszczalne w wodzie, łatwo wypłukane zostają w podglebie. Szczególnie ostrożnym być trzeba przy nawożeniu gruntów lekkich, silnie przepuszczalnych, na których wszelkie nawozy azotowe z zasady dawać się powinno na wiosnę, aby uniknąć

strat przez wyługowanie ich podczas zimy. Im gleba bogatsza jest w próchnicę, tem mniej potrzebuje nawozu azotowego, a ziemie murszowe (nizinne) i wszelkie nowiny zupełnie obywają się bez niego; na górnych murszach, gdzie proces rozkładu zbyt daleko nie postąpił, tam dodatek azotu w formie saletry chilijskiej może także być korzystnym.

Jednostronne używanie nawozów azotowych nie jest polecenia godne, gdyż doprowadziłoby ostatecznie do wyczerpania gleby. Pozatem azot przedłuża wegetację roślin i powstrzymuje dojrzewanie. Kwas fosforowy zaś ma przeciwne własności, więc i to może być powodem, aby wspólnie z azotem dodawać kwasu fosforowego. Jeżeli zaś w glebie jest niedostatek kwasu fosforowego lub potażu, w takim razie dodatek ich jest konieczny, aby nawozy azotowe należyty skutek odnieść mogły. Azot w zbyt wielkiej ilości użyty obniża, nawet dość znacznie, zawartość skrobi lub cukru bądź w ziarnie, bądź w korzeniach i kłębach roślin. Oprócz tego zbytnia obfitość azotu w glebie wywołuje nader bujny wzrost roślin i staje się powodem wylegania zboża; najwięcej zaś na to wystawione są grunta z natury zimne i nieczynne oraz mursze. Na lekkich zaś glebach zbyt bujny wzrost zboża wywołany szybko działającym nawozem azotowym (saletrą) może przyczynić się do tego, że rośliny zbyt szybko wyczerpią zapas wilgoci w roli i w razie późniejszej suszy więcej ucierpią (wypalą się), niż bez nawozu azotowego.

Ponieważ nawozy azotowe największy wpływ wywierają na wysokość zbiorów, więc unormowanie stosownej dawki dla poszczególnych płodów stanowi jednę z najważniejszych kwestyj przy nawożeniu gleby. Pod tym względem powołujemy się na to, co powiedziano w rozdziale IV o zasilaniu roślin. Wiemy, że z wyjątkiem motylkowatych wszelkie rośliny potrzebują nawozów azotowych, wogóle zaś przyjąć można za zasadę, że roślina tem większą ilość azotu opłaca, im mniej go zawiera w swym składzie chemicznym. Po sprzęcie

roślin motylkowatych, które glebę w azot zbogacają, wystarczy dać tylko małą dawkę nawozu azotowego, a rośliny mniej wymagające zupełnie obędą się bez niego. Przy rzadkim zaś siewie i uprawie rzędowej rośliny więcej azotu korzystnie zużyć mogą, niż przy siewie rzutowym. Samo się przez się rozumie, że obok mierzwy stajennej lub zielonego nawozu znacznie mniej lub wcale nie potrzeba dodawać nawozu azotowego. Jeżeli zaś obornik lub zielony nawóz dany był pod przedpłód lub dawniej, to zależnie od tego dawki nawozu zniżyć lub podwyższyć wypada.

2. Nawozy fosforowe.

Superfosfat. Kwas fosforowy *(3 H^2O). P^2O^5)* tworzy z wapnem trojakie połączenia:

1) jednozasadowy forforan wapnia czyli nadfosforan *(CaO. 2 (H^2O). P^2O^5)*,

2) dwuzasadowy fosforan wapnia czyli dwufosforan *(2 (CaO). H^2O. P^2O^5)*,

3) trójzasadowy fosforan wapnia czyli fosforan *(3 (CaO). P^2O^5)*.

Pierwszy związek zawiera na 100 kg. kwasu fosforowego 40 kg. wapna, drugi związek 80 kg., a trzeci 120 kg. wapna na każde 100 kg. kwasu fosforowego. Stosownie do większej przewagi zasady lub kwasu pierwsza sól nazywa się kwaśnym, druga obojętnym, a ostatnia zasadowym fosforanem wapnia. Podczas gdy jednozasadowy (kwaśny) fosforan w wodzie jest łatwo rozpuszczalny, to dwuzasadowy (obojętny) fosforan rozpuszcza się w czystej wodzie bardzo trudno; natomiast rozpuszcza on się szybko w wodzie zawierającej kwas węglowy, również i w rozczynie cytrynianu amonu, (tj. związku kwasu cytrynowego z amoniakiem). Udowodnionem jest także, że i korzenie roślin zapomocą wydzielanego soku kwaśnego mogą rozpuszczać i przyswajać sobie dwuzasadowy fosforan wapnia. Trój-

zasadowy (zasadowy) fosforan wapnia w czystej wodzie jest nierozpuszczalny, a pod wpływem kwasu węglowego i cytrynianu amonu rozpuszcza się bardzo trudno, tak iż związek ten może być uważany jako zupełnie nieprzystępny dla roślin.

W naturze jednakże zachodzi przeważnie tylko ten ostatni związek i to w rozmaitych minerałach, tj. w fosforytach, apatytach i koprolitach. Fosforyty znajdują się prawie na całej kuli ziemskiej; najlepsze są hiszpańskie i kanadyjskie, również i norweskie; odmienną postacią odznaczają się rosyjskie fosforyty, z których przeważnie wyrabiają tutajsze superfosfaty. Apatyt jest odrębną formą fosforytu, koprolity zaś są to skamieniałe odchody przedpotopowych zwierząt. Oprócz tego fosforan wapnia znajduje się w guanie na wybrzeżach i wyspach Oceanu Spokojnego. Są to nagromadzone odchody ptaków morskich, zmięszane z ciałami zwierzęcemi. Mamy tutaj na myśli t. zw. guano-fosforany czyli te gatunki guana, których substancja organiczna zupełnie prawie rozłożona, a związki azotu (i potażu) przez deszcze wyługowane zostały. Zawierają one natomisat 75—80% i więcej fosforanu wapnia i stanowią znakomity materjał do fabrykacji superfosfatów. Dalej znajduje się trójzasadowy fosforan wapnia w węglu z kości (spodium), który w cukrowniach służy do czyszczenia cukru, i w popiele z kości sprowadzanym z południowej Ameryki (La Plata), gdzie używają kości na opał.

Wszystkie wyżej wymienione surowe fosforany wprost jako nawóz służyć nie mogą, gdyż zawierają kwas fosforowy w formie prawie nierozpuszczalnej, potrzebowałyby więc zbyt długiego czasu do rozłożenia się w glebie. Fosforyty sproszkowane i w większej ilości użyte mogą skutkować tylko na kwaśnych i murszowych ziemiach, gdzie kwas próchnicowy zdołałby rozkład ich przyspieszyć, albo też możnaby je zużytkować w kompoście. Surowe fosforany służą natomiast jako materjał do wyrobu superfosfatów.

Przy fabrykacji superfosfatu chodzi o zamianę trójzasadowego fosforanu wapnia na jednozasadowy fosforan, który w wodzie jest łatwo rozpuszczalny i dlatego najodpowiedniejszy na pokarm dla roślin. W tym celu surowy materjał zostaje sproszkowany i zmięszany z odpowiednią ilością kwasu siarkowego. Kwas siarkowy ma większe powinowactwo z wapnem niż kwas fosforowy, to też następuje niebawem reakcja chemiczna: kwas siarkowy *(H^2O. SO^3)* łączy się z większą częścią wapna i tworzy gips *(CaO. SO^3)* a w związku z kwasem fosforowym pozostaje tylko mała ilość wapna. Skutkiem tej reakcji chemicznej trójzasadowy fosforan wapnia zamieniony zostaje na jednozasadowy fosforan, który wspólnie z gipsem tworzy miałki proszek zwany superfosfatem. W ten sposób otrzymany superfosfat może zawierać 10—20% w wodzie rozpuszczalnego kwasu fosforowego. Oprócz tego zachodzi w handlu tak zw. podwójny superfosfat, który zawiera około 40% rozpuszczalnego kwasu fosforowego. Superfosfat ten wyrabiają fabryki zapomocą odrębnej manipulacji, która w zasadzie polega na tem, że zamiast kwasu siarkowego używa się wolnego kwasu fosforowego do roztworzenia fosforanów.

Materjały używane do fabrykacji superfosfatów nie są nigdy zupełnie czyste; niektóre z nich, mianowicie fosforyty, zawierają często tlennik żelaza, który częściowo przechodzi także w skład superfosfatu. Zwłaszcza superfosfaty z niską zawartością kwasu fosforowego. wyrabiane z gorszego materjału, posiadają większą ilość żelaza. Przy dłuższem leżeniu takiego superfosfatu może zajść ta reakcja, że tlennik żelaza połączy się z pewną częścią kwasu fosforowego i utworzy fosforan żelaza, a skutkiem tego reszta kwasu fosforowego połączonego z wapnem zamieni się częściowo na dwuzasadowy fosforan wapnia i utraci swą rozpuszczalność. Reakcja powyższa nazywa się uwstecznieniem kwasu fosforowego. Uwsteczniony kwas fosforowy ma znacznie mniejszą wartość nawozową, tak iż przecię-

ciowo 100 części tegoż równają się 70 częściom w wodzie rozpuszczalnego kwasu fosforowego. Najlepiej więc kupować superfosfaty wysokoprocentowe, 16—20%, które mniej podlegają uwstecznieniu. Kwas fosforowy zostaje również szybko uwsteczniony przez zetknięcie się superfosfatu z węglanem wapnia i dlatego równocześnie z wapnem superfosfatu używać nie można. Z tego samego powodu nie należy mięszać superfosfatu z nawozami zawierającymi wapno, jak azotniak wapniowy, tomasówka.

Ten sam proces, który przy dłuższem leżeniu superfosfatu wywołuje t. zw. uwstecznienie kwasu fosforowego, ma miejsce także i w glebie nawiezionej superfosfatem. Tu jednakże jest to objaw pożądany, gdyż staje się powodem bardzo ważnej dla nas absorbcji kwasu fosforowego. Absorbcja superfosfatu odbywa się w ten sposób, że zawarte w glebie zasady, jak tlennik żelaza, glinka lub wapno, łączą się z pewną częścią kwasu fosforowego zawartego w superfosfacie, a przez to rozpuszczony w ziemi jednozasadowy fosforan wapnia jednocześnie zamienia się na dwuzasadowy fosforan wapnia i przeważnie w tej formie roślinom służy za pożywienie. Związek ten kwasu fosforowego w czystej wodzie wprawdzie nie jest rozpuszczalny i skutkiem tego w glebie rozszerzać się już nie może; wiemy jednakże, że korzenie roślin zdolne są rozpuszczać wszelkie absorbowane w ziemi składniki, a przytem roztwarzają się te ostatnie pod wpływem kwasu węglowego, który przez rozkład substancji organicznej w glebie nieustannie się wytwarza.

Z powodu rozpuszczalności swej w wodzie superfosfat z wszystkich nawozów fosforowych działa najszybciej. Z tego samego powodu rozdziela on się w glebie o wiele lepiej i stąd korzystniej działać może, niż wszystkie inne nawozy, które w nierozpuszczalnej formie przychodzą na rolę. W glebie, która posiada dostateczną zawartość wapna, prawie cały kwas fosforowy superfosfatu zamienia się na dwuzasadowy fosforan

wapnia, i na takich glebach superfosfat skutkuje przez kilka lat, najsilniej jednakże w pierwszym roku. Na roli jednakże, której brak węglanu wapnia, superfosfat niewiele dłużej działa, niż jeden rok, gdyż kwas fosforowy łączy się tu z żelazem i glinem, z którymi tworzy nierozpuszczalne dla roślin związki. Używanie superfosfatu nie zaleca się tylko na role lekkie, gdzie skutkiem zbyt małej siły absorbcyjnej i znacznej przepuszczalności ziemi kwas fosforowy wypłukanyby został w podglebie, również i na gleby kwaśne i murszowe superfosfat jako sól kwaśna mniej się nadaje, niż inne nawozy fosforowe. Jedynie pod buraki, które w pierwszym okresie wegetacji wymagają znacznych ilości kwasu fosforowego, powinno się nawet na lżejszych lub murszowych ziemiach przynajmniej pewną część nawozu fosforowego dać w formie superfosfatu. Również i dla roślin z krótką wegetacją, jak jęczmień, superfosfat jest najodpowiedniejszym nawozem. Najlepiej rozsiewać superfosfat przed zasiewem zboża i miałko ziemią przykryć; można go także użyć jako wierzchni nawóz.

Precipitat otrzymuje się jako produkt poboczny przy fabrykacji kleju z kości. Jest to nawóz zawierający 35—42% kwasu fosforowego rozpuszczalnego w rozczynie cytrynianu amonu. Kwas fosforowy zawarty tu jest jako dwuzasadowy fosforan wapnia, tj. w tej samej formie, w jakiej absorbowany kwas fosforowy w glebie się znajduje i ma tę samą wartość i tak samo skutkuje jak uwstecznniony kwas fosforowy w superfosfatach. Precipitat stosowny jest na grunta mające niewielką zdolność absorbcji, tj. na lekkie, ubogie w wapno oraz kwaśne gleby, dla których superfosfat się nie nadaje. Ponieważ pod nazwą precipitatu zachodzą w handlu rozmaite preparaty, dlatego należy zawsze nabywać nawóz ten podług ilości kwasu fosforowego rozpuszczalnego w rozczynie cytrynianu.

Tomasówka. Surowe żelazo czyli surowiec, z którego wyrabiają żelazo kowalskie i stal, zawiera rozmaite przymieszki a mianowicie fosfor, który ujemnie wpływa

na jakość żelaza i zmniejsza jego wartość. Anglik Thomas wynalazł sposób czyszczenia surowca zapomocą palonego wapna, a powstające przytem odpadki nazywają się **żużlami Thomas'a**; drobno zmielone żużle stanowią nawóz bardzo cenny dla rolnictwa, zwany pospolicie tomasówką.

Tomasówka zawiera zwykle 16—24% kwasu fosforowego i około 50% wapna. Kwas fosforowy znajduje się tu w takim związku, jaki zresztą gdzieindziej nigdy nie zachodzi, tj. jako czterozasadowy fosforan wapnia. Związek ten zawiera na 100 kg. kwasu fosforowego 160 kg. wapna i powstaje pod wpływem nadzwyczaj gorącego prądu powietrza, który w procesie Thomas'a przępędzony zostaje przez stopione żelazo. W czterozasadowym fosforanie wapnia kwas fosforowy jest niejako sztucznie przesycony wapnem i dlatego rozpuszcza on się o wiele łatwiej w glebie, niż trójzasadowy fosforan wapnia. Kwas fosforowy w tomasówce nie jest wprawdzie rozpuszczalny w wodzie, ale rozpuszczą się łatwo w glebie pod wpływem kwasu węglowego lub próchnicowego i dla korzeni roślin również jest przystępny. Do rozpuszczalności kwasu fosforowego przyczynia się znacznie obecność kwasu krzemowego, który w każdej tomasówce jest zawarty. Oprócz tego zawiera tomasówka zawsze większą lub mniejszą przymieszkę wapna gryzącego, które dla nawożenia gleby także nie jest bez znaczenia; z powodu tej jednakże zawartości wapna nie można tomasówki mięszać z żadnym nawozem zawierającym azot (z wyjątkiem saletry chilijskiej), również nie z superfosfatem, który się przez to uwstecznia.

Działalność tomasówki jest w pierwszym rzędzie zależna od stopnia sproszkowania żużli, i dlatego tomasówka ma tem większą wartość, im drobniej jest zmielona. To też przy zakupnie tomasówki żądano dawniej gwarancji, że towar zawiera przynajmniej 75% miału, t. j. tak drobnego proszku, który przejdzie przez sito mające oka 0,12 milim. duże. Oprócz tego gwarantowali fabrykanci za ogólną zawartość kwasu fosforowego

w tomasówce. Nie wszystkie tomasówki jednakże pomimo równej zawartości kwasu fosforowego i dostatecznej ilości miału mają równą wartość nawozową. To też później zaczęto oznaczać wartość kwasu fosforowego w tomasówce zapomocą kwaśnego rozczynu cytrynianu amonu i przyjęto, że w dobrej tomasówce rozpuszcza się w tymże rozczynie 70% zawartego w niej wogóle kwasu fosforowego. Obecnie zamiast cytrynianu amonu używa się 2%go rozczynu kwasu cytrynowego i kupuje tomasówkę wyłącznie podług tej ilości zawartego w niej kwasu fosforowego, która jest rozpuszczalna w powyższym rozczynie.

Kwas fosforowy w tomasówce nie działa tak szybko jak w superfosfacie; rozpuszcza on się w glebie powoli, podobnie jak azot w mierzwie stajennej, podczas gdy kwas fosforowy w superfosfacie porównać można z działalnością azotu w saletrze chilijskiej. To też tomasówka ma wszędzie pierwszeństwo tam, gdzie nie chodzi o szybkie, lecz o dłuższe i stopniowe działanie kwasu fosforowego w ziemi. Wogóle zaś tomasówka odpowiednim jest nawozem na ziemie l e k k i e, p r z e w i e w n e, na których nietylko dorównuje superfosfatowi, ale nawet lepiej od niego skutkuje. Na lekkich glebach bowiem obfity przystęp powietrza przyspiesza rozkład tomasówki, a ponieważ gleby te zazwyczaj ubogie są w wapno, więc zawartość wapna w tomasówce również dodatnio na nich oddziałuje. Dalej pierwszeństwo ma tomasówka przed superfosfatem na ziemiach kwaśnych murszowych i na łąkach, gdyż obecny w tych glebach kwas próchnicowy posiada w wysokim stopniu zdolność roztwarzania kwasu fosforowego w tomasówce. Na wszystkich glebach ciężkich, gliniastych, mających znaczną siłę absorbcji, superfosfat lepiej skutkuje od tomasówki, ponieważ kwas fosforowy w tomasówce, jako nierozpuszczalny w wodzie bardzo trudno się na nich rozdziela. Z roślin największą zdolność roztwarzania kwasu fosforowego w tomasówce posiadają rośliny strączkowe a zwłaszcza koniczyna, lucerna i esparceta, dla których

i na mocnych glebach tomasówka odpowiednim jest nawozem. Ponieważ tomasówka również dobrze skutkuje w 2-gim i 3-cim roku, jak w pierwszym, więc można pod rośliny te użyć ją odrazu w takiej ilości, aby starczyła na cały okres ich wegetacji.

Tomasówkę daje się pod oziminy na jesień, pod jarzyny najlepiej zimą, lecz można ją także zastosować na wiosnę; w każdym razie należy ją przed siewem zboża dobrze z glebą zmięszać zapomocą brony lub krymra. Jako wierzchni nawóz tomasówka się nie nadaje, chyba na łąki.

Nawozy fosforowe*) racjonalnie użyte skutkują prawie na każdej ziemi, gdyż większa część gleb zawiera kwas fosforowy w bardzo małej ilości**). Długoletni wywóz ziarna poza obręb gospodarstwa — w czasach kiedy nie znano jeszcze sztucznych nawozów — przyczynił się także do zubożenia gleby w kwas fosforowy. Ponieważ gleba oprócz kwasu fosforowego potrzebuje zawsze prawie azotu a często także potażu, więc na kewny skutek z nawozów fosforowych liczyć można wtedy, jeżeli użyje ich się wspólnie z nawozami azotowemi, a gdzie potrzeba i potasowemi.

W przeciwieństwie do azotu, który opóźnia dojrzewanie roślin, kwas fosforowy (mianowicie łatwo rozpuszczalny w superfosfatach) przyspiesza dojrzewanie

*) Do rzędu nawozów fosforowych przybył podczas wojny nowy nawóz, zwany Rhenania. Wyrabia go się z belgijskich fosforytów przez prażenie ich z fonolitem, mineralem zawierającym potas. Fosforan Rhenania zawiera 10—14% kwasu fosforowego, z których 3/4 rozpuszczalne są w kwasie cytrynowym, i 3—4% potażu, a oprócz tego 20—30% wapna. Działalność kwasu fosforowego nie zupełnie dorównuje działalności kwasu fosforowego w tomasówce, potaż zaś znacznie gorzej skutkuje, niż w solach potasowych, przytem cena tego nawozu dość jest wysoka, tak iż na polecenie nie zasługuje.

**) Istnieją jednakże pokłady murszów, które są tak zamożne w kwas fosforowy, że dodawać im go w formie nawozu nie potrzeba. Mursze te odznaczają się zwykle czerwonawym kolorem. Jeżeli w murszu zachodzi niebieska ruda żelazna, zwana wiwianitem, (składająca się z fosforanu żelaza), to dowodzi to także, że gleba ma kwasu fosforowego poddostatkiem.

i skraca wogóle wegetację. Z tego powodu nawozy fosforowe, specjalnie zaś superfosfaty, przyspieszają osadzanie się mączki lub cukru u roślin okopowych, przy zbożu zaś przyspieszają dojrzewanie ziarna. Skutek ten w niektórych warunkach klimatycznych może być pożądany, lecz przy fałszywem zastosowaniu nawozów fosforowych może doprowadzić do niekorzystnych rezultatów. Jeżeli na ziemi suchej i piaszczystej, o słabej sile absorbcji, dalibyśmy nawóz fosforowy wyłącznie w formie superfosfatu, wtedy kwas fosforowy przyspieszyłby początkowy rozwój roślin; w takim razie rośliny szybko zużyją będący w glebie zasób wody i azotu, a następnie skutkiem braku tychże przedwcześnie dojrzeją i wydadzą mało ziarna a dużo słomy. W tych warunkach jedynie racjonalnem byłoby użycie trudniej rozpuszczalnych fosforanów, np. tomasówki, która przez powolne i stopniowe działanie więcejby poparła późniejszy rozwój roślin i przyczyniłaby się do lepszego sprzętu ziarna*). Natomiast działalność superfosfatu jest bardzo pożądana na gruntach ciężkich i zimnych (wilgotnych), gdzie rośliny późno dojrzewają, podczas gdy na wszystkich lżejszych glebach w latach zbyt suchych superfosfat przyczynić się może do przedwczesnego dojrzewania i do „spalenia się“ roślin (mianowicie kłosowych) z powodu braku wody.

Stósowna dawka nawozu fosforowego na ¼ ha wynosi 8—15 kg. kwasu fosforowego. Na glebach niezbyt ubogich w kwas fosforowy wystarczy go dodawać tyle, ile przez każdorazowy sprzęt z ziemi się wyciąga. Na ogół zaś ciężkie gleby więcej potrzebują nawozu fosforowego, niż gleby lżejsze. Z roślin uprawnych najwięcej wrażliwe są na nawóz fosforowy buraki (pastewne i cukrowe), rzepak i lucerna, którym bezwarunkowo kwasu fosforowego dodawać trzeba. Ponieważ nawozy fosforowe ulegają absorbcji i w glebie mało lub wcale rozszerzać się nie mogą, dlatego trzeba je mechanicznym sposobem dokładnie w glebie rozdzielić, a więc starannie rozsiewać i zmięszać z ziemią zapomocą płużka, kry-

*) Wagner, Kwestje nawozowe.

mera lub brony. Cel powyższy osiąga się jednakże tylko wtenczas, jeżeli nawozy te były doskonale sproszkowane i należycie suche, i tego przy zakupnie ich przestrzegać należy.

3. Nawozy azotowo-fosforowe.

Guano. Na wyspach, położonych nad wybrzeżem peruwiańskiem znajdują się nagromadzone pokłądy odchodów i ciał ptaków morskich, które tworzą znakomity nawóz, zwany guanem peruwiańskiem. Skutkiem ciepłego i ubogiego w deszcze klimatu odchody zwierzęce szybko wyschły, i pierwotny ich skład chemiczny niewielkiej uległ zmianie. Najlepsze gatunki guana (z wysp Chincha), które zawierały 14% azotu, dzisiaj już są wyczerpane, i obecnie zachodzi w handlu t. zw. surowe zmielone guano w dwóch gatunkach, z których pierwszy zawiera 7% azotu, 14% kwasu fosforowego i 1—2% potażu, drugi 3% azotu, 15% kwasu fosforowego i 2—3% potażu. Guano jest dość drogim nawozem, ale działa korzystnie pod wszelkie płody i skutkuje najlepiej na lżejszych, czynnych glebach, użyte zaś pod jęczmień przyczynia się do osiągnięcia dobrego ziarna browarnego. Na ¼ ha używa się 50—100 kg., które na lekkiej glebie trzeba rozsiać na wiosnę, a w każdym razie należy je starannie w ziemi rozdzielić.

Azot w guanie peruwiańskiem zawarty jest przeważnie jako kwas moczowy i amoniak a częściowo w formie organicznej, z kwasu fosforowego zaś mniejsza część jest rozpuszczalna, reszta zwolna tylko rozkłada się w glebie. Z tego powodu w fabrykach zaprawiają surowe guano kwasem siarkowym i zamieniają je na superfosfat, który zachodzi w handlu jako roztworzone guano peruwiańskie. Nawóz ten zawiera 5—7% azotu i 9½ do 10½% kwasu fosforowego w wodzie rozpuszczalnego; skutkuje bardzo szybko i używa się podobnie jak superfosfat krótko przed siewem. Dzisiajsze, ubogie w azot guana zawierają często przymieszkę soli amonowej, którą fabryka dodaje celem osiągnięcia gwarantowanej zawartości azotu w guanie;

przez to nawóz ten traci na wartości, gdyż w samem guanie, (jak we wszystkich nawozach organicznych), azot i kwas fosforowy są tak znakomicie rozdzielone i zmięszane ze sobą, jak tego mechanicznym sposobem nawet w przybliżeniu osięgnąć niepodobna.

Mąka z kości. Kości zawierają przecięciowo 20 do 24% kwasu fosforowego i 3—4% azotu i służą do wyrobu rozmaitych preparatów, zwanych ogólnie mąką kostną. Azot w kościach zawarty jest w formie kleju, kwas fosforowy zaś jako trzyzasadowy fosforan wapnia. Surowe kości zawierają dość dużo tłuszczu i stąd bardzo trudno się w glebie rozkładają, tak iż t. zw. surowej mąki kostnej jako nawozu polecić nie można. Aby przyspieszyć jej rozkład odtłuszcza się mąkę kostną zapomocą benzyny, następnie poddaje ją ciśnieniu pary, przez co otrzymuje się parowaną mąkę kostną nieodklejoną z zawartością 4% azotu i 21% kwasu fosforowego. Oprócz tego istnieje mąka kostna odklejona, która powstaje jako produkt poboczny przy fabrykacji kleju i zawiera 28—30% kwasu fosforowego a tylko 1—1½% azotu. Mąkę z kości nie [illegible] roztwarza się także zapomocą kwasu [illegible] na t. zw. mąkę kostną roztworzoną, zawierającą 1—4% azotu i 12—18% kwasu fosforowego, z których 6—12% są w wodzie rozpuszczalne. Mąkę kostną odklejoną przerabia się również zapomocą kwasu siarkowego na superfosfat kostny, który zawiera 1% azotu i 17—20% rozpuszczalnego w wodzie kwasu fosforowego. Zawartość azotu i kwasu fosforowego w mąkach kostnych podlega znacznym wahaniom, oprócz tego istnieje dużo towaru fałszowanego, dlatego przy nabywaniu ich koniecznem jest poddać je analizie chemicznej. Oprócz tego uważać trzeba na należyte sproszkowanie nawozu.

Mąka z kości rozkłada się w glebie powoli i na gleby gliniaste oraz wapniste jest zupełnie nieodpowiednia. Jedynie nadaje się na ziemie bardzo przewiewne a więc piaszczyste a mianowicie na kwaśne grunta, lecz i tutaj pod względem działania kwasu fosforowego nie dorównuje to-

masówce. Na gruntach wapnistych i świeżo wapnowanych mąka kostna mało jest skuteczna, gdyż wapno zobojętnia kwasy, które do rozkładu mąki kostnej się przyczyniają. W mące kostnej nieodklejonej kwas fosforowy cokolwiek prędzej się rozkłada a więc lepiej skutkuje, niż w odklejonej. W roztworzonej zaś mące kostnej, o ile jest w wodzie rozpuszczalny, działa tak samo jak w superfosfacie. Działalność azotu wykazuje zestawienie na str. 170. W danym razie używać należy mąki kostnej w jesieni pod rośliny z długim okresem wegetacji, a więc pod oziminy (żyto), również i na łąki. Na ¼ ha daje się około 100 kg., których nie należy zbyt głęboko ziemią przykrywać.

Odpadki zwierzęce. Skutkiem wyczerpywania się pokładów guana i wobec wzrastającego ciągle zapotrzebowania nawozów sztucznych zaczęto wyrabiać nawozy z rozmaitych odpadków zwierzęcych. Należy tu najpierw m ą k a z m i ę s a, którą wyrabiają z kości i odpadków przy fabrykacji ekstraktu mięsnego; nawóz ten, który pochodzi głównie z południowej Ameryki, zawiera 6—7% azotu i 12—14% kwasu fosforowego. Dalej idzie norweskie g u a n o z r y b, wyrabiane z olbrzymich ciał wielorybich i z odpadków sztokfiszu; jest to dość rozpowszechniony nawóz, który zawiera 8% azotu i 12 do 14% kwasu fosforowego. Oba te nawozy, dotąd mało u nas znane, używa się podobnie jak mąkę kostną na ziemie lżejsze; z powodu jednakże większej zawartości azotu działają one cokolwiek szybciej, niż mąka z kości. M ą k a z k r w i (12—14% azotu i ½—1% kwasu fosforowego) i m ą k a z r o g ó w (12—14% azotu, 5% kwasu fosforowego i 6% wapna) działają jeszcze silniej i prędzej, niż powyższe nawozy, i są również odpowiedniemi nawozami i na gleby lekkie. Nawozy powyższe użyte pod ziemniaki nie wywołują wprawdzie tak wysokiego podniesienia sprzętu jak saletra lub sól amonowa, ale za to korzystnie wpływają na dobry smak i trwałość ziemniaków. Zawarty w nich kwas fosforowy jest trudno rozpuszczalny i działa podobnie jak kwas fosforowy w mące kostnej.

Superfosfat amonowy jest to zwykły superfosfat zmieszany z siarkanem amonu w rozmaitym stosunku; używa go się tak samo jak superfosfatu i siarkanu amonowego, baczyć jednakże należy, aby substancje te dobrze ze sobą były zmięszane i należycie sproszkowane. Również przekonać się trzeba, czy sól amonowa nie zawiera rodanu. Używanie siarkanu amonu w mięszance z superfosfatem jest bardzo korzystne, gdyż kwaśny superfosfat wiąże amoniak oswobodzony przez reakcję wapna w glebie i zapobiega stratom azotu.

4. Sole potasowe.

Główne pokłady soli potasowych znajdują się w Niemczech, gdzie nazywają je także solami stassfurckiemi z powodu, że najpierw odkryto je pod Stassfurtem w prowincji saskiej. Oprócz tego wydobywa się także sól potasową w Kałuszu w Galicji wschodniej. Sole potasowe spoczywają jako wierzchnia warstwa na pokładach soli kuchennej i wszystkie też mniej lub więcej z nią są zmięszane. Potaż w tych solach zachodzi wspólnie z magnezją, a oba te ciała złączone są częściowo z kwasem siarkowym, częściowo z kwasem solnym. Jako nawóz służą bądź surowe sole, tak jak je dostarcza kopalnia, bądź wyroby z nich czyli oczyszczone lub skoncentrowane sole.

Do **surowych soli** należą: ***kainit, karnallit, sylwinit*** i tw. ***sól twarda.*** Z soli tych w Kałuszu znajduje się przeważnie tylko kainit. Skład soli jest następujący:

	kainit kałuski	kainit stassfurcki	sól twarda	sylwinit	karnalit
siarkanu potasu (K_2SO_4)	15,9—33,3%	21,3%	—	1,5%	—
chlorku potasu (KCl)	—	2,0 „	22,6%	26,3 „	15,5%
siarkanu magnezu ($MgSO_4$)	17,4—26,3 „	14,5 „	19,4 „	2,4 „	12,1 „
chlorku magnezu ($MgCl_2$)	7,4—18,8 „	12,4 „	—	2,6 „	21,5 „
chlorku sodu (soli kuch.) ($NaCl$)	1,2—41,7 „	34,6 „	34,6 „	56,7 „	22,4 „
siarkanu wapnia (gipsu) ($CaSO_4$)	0—0,9 „	1,7 „	1,7 „	2,8 „	1,9 „
części nierozpuszcz. (piasku itp.)	0—1,3 „	0,8 „	0,8 „	3,2 „	0,5 „
wody (krystalicznej)	10,9—20,7 „	12,7 „	20,9 „	4,5 „	26,1 „
czystego potażu (K_2O)	8,6—18,01%	12,8%	14,9%	17,4%	9,8%

Najwięcej rozpowszechnionym nawozem potasowym jest k a i n i t, który w Niemczech sprzedają z gwarantowaną zawartością 12,4%, w Kałuszu z gwarancją za 10% potażu. Jest to sól prawie biała, czasami zabarwiona, która leżąc na powietrzu przyciąga wilgoć, i gdy obeschnie zbija się w twarde bryły. Aby temu zapobiec, dodają na żądanie podczas mielenia kainitu w kopalni małą przymieszkę (2½%) miału torfowego, która wystarcza, aby wilgoć pochłonąć i nie dopuszcza do utworzenia brył. Właściwy kainit stassfurcki już jest prawie wyczerpany i to, co obecnie sprzedaje się w Niemczech jako kainit, jest albo t. zw. s ó l t w a r d a albo s y l w i n it. Obie te sole podobne są do kainitu, lecz zawierają potas w innej formie, t. j. nie jako siarkan, lecz jako chlorek potasu i stąd zawierają więcej chloru, niż kainit. Sól twarda jest mniej hygroskopijna od kainitu, sylwinit zaś odznacza się wysoką zawartością potażu. Najuboższym w potas nawozem jest k a r n a l l i t, który natomiast zawiera znaczną obfitość chlorków a mianowicie szkodliwego dla roślin chlorku magnezu. Karnallit jest najwięcej hygroskopijny z soli potasowych i dłuższego leżenia nie znosi, gdyż naciągnąwszy wilgocią rozpływa się. Jako nawóz używany jest karnallit tylko w okolicach położonych w pobliżu kopalni z powodu, że na miejscu 1 kg. potażu w karnallicie tańszy jest niż w kainicie. W miarę oddalenia od kopalni cena tych nawozów podwyższa się o tyle, ile wynoszą koszta przewozu; ponieważ zaś karnallit mniej zawiera potażu niż kainit, więc przy zbyt wysokich kosztach transportu 1 kg. potażu w kainicie wypada taniej, niż w karnallicie, sprowadzanie więc tego ostatniego już się nie opłaca*). To też większa część karnallitu służy jako materjał do wyrobu skoncentrowanej soli, zwanej chlorkiem potasowym.

Z o c z y s z c z o n y c h czyli **skoncentrowanych soli** potasowych używane są jako nawozy oprócz co dopiero wymienionego *chlorku potasowego: siarkan po-*

---

*) Istnieją jednakże karnallity zawierające przeszło 12% potażu.

tasowy, siarkan potaso-magnezowy i t. zw. *potasowe sole nawozowe.* Zawartość ich jest następująca:

	chlorek potasowy 80/85%	siarkan potasowy 90%	siarkan potasowo-magnezowy	sól nawozowa 30%	sól nawozowa 40%
siarkanu potasu (K_2SO_4)	—	90,6%	50,4%	1,2%	1,9%
chlorku potasu (K Cl)	83,5%	1,6 „	—	47,6 „	62,5 „
siarkanu magnezu ($MgSO_4$)	0,4 „	2,7 „	34,0 „	9,4 „	4,2 „
chlorku magnezu ($MgCl_2$)	0,3 „	1,0 „	—	4,8 „	2,1 „
chlorku sodu (Na Cl)	14,5 „	1,2 „	2,5 „	26,2 „	20,2 „
siarkanu wapnia ($CaSO_4$)	—	0,4 „	0,9 „	2,2 „	2,4 „
części nierozpuszczalnych	0,2 „	0,3 „	0,6 „	3,5 „	3,1 „
wody	1,1 „	2,2 „	11,6 „	5,1 „	3,6 „
czystego potażu (K_2O)	50,0%	48,5%	26,0%	30-32%	40-42%

Sole te odznaczają się więc wielką obfitością potażu a względnie małą zawartością soli pobocznych, mianowicie soli kuchennej. Jednostka potażu w skoncentrowanych solach jest droższa niż w surowych solach, lecz przy wielkich odległościach stosunek ceny zmienia się na korzyść skoncentrowanych soli, ponieważ mniejszą mają przymieszkę soli pobocznych. Potaż w chlorku potasowym i w solach nawozowych zawarty jest (tak jak przeważnie i w surowych solach potasowych) w formie chlorku potasu, w siarkanie potasowym i siarkanie potasowo-magnezowym jako siarkan potasu. W tej ostatniej formie jest on najdroższy i opłaca się tylko (ponieważ jest zupełnie wolny od chloru) w kulturach ogrodniczych (pod drzewa owocowe) lub przy uprawie tak cennych płodów , jak chmiel, tytoń, winorośl. Również i w chlorku potasowym potaż jest dość drogi, to też z skoncentrowanych soli potasowych największe znaczenie dla rolnictwa mają t. zw. sole nawozowe a mianowicie 40% sól potasowa. Sól ową otrzymuje się przez to, że miesza się wysokoprocentowe surowe sole potasowe z chlorkiem potasowym.

W wszystkich solach potasowych, bądź surowych bądź skoncetrowanych, skuteczność potażu jest mniej

więcej równa. Główna różnica w działalności nawozów potasowych polega na ich zawartości soli pobocznych, z których najważniejsza jest sól kuchenna czyli chlorek sodu. Dając np. na ¼ ha 20 kg. potażu w formie kainitu dodajemy glebie równocześnie 55 kg. soli kuchennej, jeżeli zaś 20 kg. potażu damy w formie 40% soli, to dodajemy tylko 10 kg. soli kuchennej. Sól kuchenna, jak wszystkie chlorki, ma własności gryzące i w skoncentrowanym roztworze szkodzi tkankom roślinnym. Najwięcej wrażliwe są pod tym względem młode rośliny a szczególnie kiełki roślinne. W odpowiednio rozrzedzonym roztworze sól kuchenna nietylko nie jest szkodliwa, lecz u zbóż i buraków czasami wpływa na podniesienie sprzętu. Szczególniej skutecznie związki chloru działają na tatarkę. Tylko na kartofle wpływ soli kuchennej (i chlorków wogóle) jest szkodliwy i przyczynia się znacznie do obniżenia zawartości mączki. Szkodliwemu wpływowi chlorków można zapobiec przez wczesne użycie soli potasowych; potaż bowiem zostaje absorbowany a chlor tworzy w ziemi związki z wapnem i magnezją, które są łatwo rozpuszczalne i szybko zostają wypłukane z gleby. Skutkiem nawożenia więc solami potasowemi znaczna ilość wapna, zawartego w glebie jako węglan, zamienia się w formę rozpuszczalną i wypłukana zostaje w głębsze warstwy, co przyczynia się do zubożenia gleby w wapno i dlatego przy częstem używaniu soli potasowych pamiętać trzeba także o wapnowaniu roli. Oprócz tego chlorki i zawarty w solach potasowych kwas siarkowy roztwarzają także i inne trudniej rozpuszczalne substancje w ziemi (azot i kwas fosforowy) i czynią je przystępne dla roślin, przez co również korzystny wpływ wywrzeć mogą na wegetację. Na mocnej glebie większa ilość chlorków działa przez to ujemnie, że wywołuje zeskorupienie ziemi i psuje jej mechaniczną strukturę. Na lekkich ziemiach nie potrzeba się o to obawiać, ponieważ zaś chlorki posiadają w wysokim stopniu własności hygroskopijne, więc na glebach tych powiększają ich zdolność przytrzymywania

wilgoci. Na rozwój bakteryj w glebie roztwory solne wogóle niekorzystnie oddziałują i pod tym względem wpływ soli pobocznych nie jest pożądany.

Najlepiej skutkują nawozy potasowe na murszach i na piaszczystych gruntach, które z natury ubogie są w potaż. Im gleba więcej posiada miału, a więc części gliniastych, tem mniej pewny jest skutek nawozów potasowych, ponieważ glina (miał) zwykle wiele potażu zawiera. O ile więc gleby gliniaste regularnie nawożone są obornikiem, to albo wcale nie albo w mniejszym stopniu opłacać będą nawóz potasowy, niż gleby lekkie, lecz bardzo często i tamte gleby również okażą się wdzięczne za dodatek potażu, o czem zapomocą prób przekonać się należy*). W gospodarstwach bezinwentarzowych na każdej glebie obok zielonego nawozu dodawać trzeba nawozów potasowych. Samo się przez się rozumie, że na ziemiach wymagających kwasu fosforowego i azotu odpowiedni skutek z nawozów potasowych osiągnąć można tylko wtedy, jeżeli użyje ich się wspólnie z nawozem fosforowym i azotowym. Na rolach w potas ubogich wszystkie rośliny uprawne potrzebują dodatku nawozu potasowego, na rolach mniej ubogich wdzięczne będą za niego przedewszystkiem te rośliny, które potaż trudno sobie przyswajają, to jest buraki pastewne i kartofle, a z roślin kłosowych jęczmień i ewent. pszenica (latowa).

Pod jaką postacią dawać nawozy potasowe, to zależy bądź od rodzaju gleby, bądź od roślin, pod które są przeznaczone. Na mocnych ziemiach, na których większa ilość soli szkodliwy wpływ wywiera na ich strukturę, odpowiedniejsze są skoncentrowane sole, a więc przedewszystkiem 40% sól potasowa, na lżejszych glebach surowe sole czyli kainit. Pod kartofle jednakże, które szczególnie wrażliwe są na sole poboczne, zaleca się i na lekkiej glebie dawać potaż w 40% soli, dając go zaś

*) Do gleb potrzebujących nawozów potasowych należą według prof. Gerlacha także i lepsze ziemie W. Ks. Poznańskiego.

w kainicie należałoby użyć go już w jesieni. Pod zboże i buraki, którym nieraz służy dodatek soli kuchennej, odpowiedniejsze jest użycie surowych soli potasowych (kainitu) nawet na mocnej glebie, o ile nie zachodzi obawa o zeskorupienie ziemi. Na łąki, które corocznie znaczną ilość potażu dostawać powinny, stosowniejsza jest 40% sól, gdyż dowóz zbyt wielkich ilości soli pobocznych szkodliwie wpływa na rozwój bakteryj.

Co do czasu, w jakim używać należy nawozów potasowych, to na glebach lepszych zawsze najkorzystniej działają, jeżeli rozsiane są w jesieni lub w czasie zimy; na lekkich ziemiach można także nawozy potasowe używać na jesień, jednakże zdarza się, że w razie licznych opadów w czasie zimy na glebach tych, posiadających małą siłę absorbcji, pewna część potażu zostanie wypłukana, i w takim razie użycie nawozów potasowych na wiosnę lepszy przyniesie skutek. W każdym razie pod oziminy należy i na lekkiej glebie dawać nawóz potasowy na jesień. Na łąkach najlepiej opłaca się wczesne użycie soli potasowych a więc od listopada począwszy najpóźniej do połowy marca. Dając sole potasowe w jesieni na rolę, najlepiej je przyorać, przez co zapobiega się utworzeniu się skorupy, zimą można je rozsiewać na surową skibę, nawet na śniegiem przykrytą rolę, o ile nie ma obawy, że skutkiem spadzistego położenia przy nagłem tajaniu śniegów nawóz mógłby być spłukany przez wodę. Dając nawóz potasowy na wiosnę (lub w jesieni pod oziminę) należy go rozsiać około dwa tygodnie przed siewem zboża, gdyż w przeciwnym razie (zwłaszcza przy suchem powietrzu) uszkodzićby mógł kiełki zboża i niekorzystnie wpłynąć na początkowy rozwój roślin. Ostrożność ta jest tem więcej wskazana, im więcej sole zawierają chloru i im większa dawka ma być użyta. O ile nie zdąży się rozsiać soli potasowych przed zasiewem zboża, to można je użyć jako wierzchni nawóz i to na oziminy albo zimą na suchym (lecz niezbyt silnym) mrozie albo w marcu, lecz w ostatnim razie w ilości nie większej niż 50 kg. kainitu na ¼ ha. Przy

większej ilości ozimina choruje, chociaż po kilku tygodniach odzyskuje normalny wygląd. Również na powschodzone jarzyny i buraki można sypać sole potasowe na wierzch, co zwłaszcza w czasie suszy korzystnie na nie oddziałuje. W każdym razie przestrzegać należy, aby nie sypać soli potasowych na zbyt młode i delikatne rośliny, ani wtedy kiedy są mokre od deszczu lub choćby nawet od rosy. Na łąki użycie soli potasowych tylko na wierzch jest możliwe, tak samo na kilkoletnie rośliny pastewne, jak lucerna (i koniczyna).

Dawki nawozów potasowych wahają się pomiędzy 20—75 kg. 40% soli nawozowej albo 75—200 kg. kainitu na ¼ ha. Ilości stosowne dla poszczególnych płodów podane są w rozdziale IV. Z powodu ujemnych własności soli pobocznych nie należy roślinom dawać więcej soli potasowych, niż w pierwszym roku zużytkują, co także i z tego powodu jest wskazane, że potas nie tak silnie zostaje absorbowany jak kwas fosforowy i zwłaszcza na lekkiej glebie podlega wyługowaniu. Na lepszej ziemi zaś zbyt wielka dawka soli potasowych przedłuża czas kwitnienia roślin i opóźnić może ich dojrzewanie.

5. Nawozy wapienne

Wapno gryzące czyli tlenek wapnia *(CaO)* otrzymuje się przez wypalanie kamienia wapiennego (wapniaka) składającego się z węglanu wapnia. Skutkiem wysokiej temperatury w piecu wapiennym (700—800° C.) węglan wapnia rozkłada się na kwas węglowy, który uchodzi w powietrze, i na wapno (tlenek wapnia). Ze 100 części czystego węglanu wapnia ulatnia się przy wypalaniu 44 części kwasu węglowego a pozostaje 56 części tlenku wapnia. Kamień wapienny zawiera jednakże oprócz węglanu wapnia zawsze mniejszą lub większą ilość przymieszek mineralnych, które nie ulatniają się, lecz pozostają w. wapnie i zmniejszają jego wartość. Dobre wapno palone powinno zawierać przynajmniej 85—90% tlenku wapnia. Tlenek wapnia czyli wapno

gryzące łączy się chciwie z wodą i z kwasem węglowym i przez to powiększa swą wagę i objętość. Jeżeli dodamy mu taką ilość wody, ile ono przez chemiczne połączenie pochłonąć może, (tj. mniejwięcej na 3 części wapna 1 część wody), to wapno gryzące przy znacznem podniesieniu temperatury zlasuje się czyli rozpadnie na miałki suchy proszek, zwany gaszonem wapnem lub (chemicznie) wodanem wapnia *(CaO. H^2O).* Gaszone wapno również łączyć się może z kwasem węglowym, przyczem pozbywa się składników wody i zwolna zamienia się znowu na węglan wapnia *(CaO. CO^2).* Węglan wapnia rozpuszcza się tylko w wodzie zawierającej kwas węglowy, gaszone wapno zaś jest w wodzie rozpuszczalne, lecz do rozpuszczenia 1 części wapna potrzeba 7 części wody.

Do wapnowania roli używa się wapno gryzące

1) jako wapno palone w bryłach,
2) „ wapno mielone,
3) „ miał wapienny.

W a p n o   p a l o n e   w   b r y ł a c h rozwozi się zwykle wprost na pole i składa je podobnie jak mierzwę stajenną w małe kupeczki ułożone w proste rzędy. Celem równego rozdzielenia wapna powinno się najpierw zapomocą miary oznaczyć i nacechować (np. przez zrobienie znaku szpadlem) miejsca, gdzie kupki przypadają i na każde miejsce równą ilość wapna złożyć. Dajmy na to, że kupki w rzędzie będą odległe po 5 m od siebie a jeden rząd od drugiego także 5 metrów, to na ¼ ha wypada 100 kupek, w których trzeba składać po 5 kg. wapna, jeżeli na ¼ ha przeznaczone są 500 kg. wapna. Kupki wapna należy zaraz starannie ziemią przykryć (na 10—15 cm grubo) i powstające w nich szpary od czasu do czasu zarzucać ziemią, aby woda deszczowa nie dostała się do nich; wapno bowiem zbytecznie rozrzedzone utworzyłoby miękką masę, którąby się rozdzielić już w glebie nie dała, a po wyschnięciu stwardłaby tak, jak zaprawa wapienna przy murowaniu. Pochodzi

to stąd, że wapno gaszone łączy się z kwasem węglowym i tworząc węglan wapnia, zamienia się na twardą bryłę. Wapno w kupkach pod wpływem wilgoci gleby zwolna się lasuje i po kilkunastu dniach (podczas suszy po kilku tygodniach) rozpadnie się na miał. Wtedy przy suchem i spokojnem powietrzu należy wapno z przykrywającą go i leżącą pod niem warstwą ziemi zmięszać szuflą i jak najstaranniej rozrzucić po polu. Można je także brać w koszyki i rozsiewać ręką, lecz w każdym razie ziemię z pod kupek należy starannie zebrać lub rozrzucić, aby rośliny nie wypaliły się w tem miejscu. Po rozrzuceniu trzeba wapno dokładnie zabronować (na krzyż) albo miałko przypłużkować. Główną uwagę przy wapnowaniu należy zwrócić na to, aby wapno w kupkach było jak najdokładniej zlasowane, aby przy rozsiewaniu rola była sucha i aby rozrzucone wapno zaraz zabronować. Ze względu na ostatni warunek powinno się dziennie nigdy więcej wapna z kupek nie rozrzucać, niż do wieczora zdąży sie bronami zawlec, aby wapno od rosy nocnej nawet nie zawilżało.

Inny sposób używania wapna w bryłach polega na tem, że składa się wapno na brzegu pola w duże kopce, mające kształt podobny do kopców ziemniaków. Wapno w kopcu układa się warstwami i polewa je zaraz odpowiednią ilością wody, biorąc 15—16 litrów wody na 50 kg.wapna, i następnie cały kopiec przykrywa się grubo ziemią. W ten sposób można wapno przechować bez straty przez kilka miesięcy, oprócz tego ma się tę korzyść, że można zlasowane wapno rozsiewać maszyną i dokładniej rozdzielić, niż rozsiewając ręką. Zlasowane wapno jednakże ogromnie się kurzy i przy rozwożeniu go lub sianiu maszyną powinno się ludzi pracujących zaopatrzyć w środki ochronne na oczy.*) Przy mniejszych ilościach wapna można w ten sposób postępować, że bierze się wapno w koszyk, który zanurza się w beczkę

*) Skoro oczy zaprószą się wapnem nie należy ich przemywać wodą, lecz gęstą (słodką) śmietaną lub olejem lnianym, ew. 25% roztworem cukru (Orth-Hoffmann „Kalk- und Mergeldüngung").

napełnioną wodą i trzyma pod wodą tak długo, dopóki nie przestaje ulatniać się z wody powietrze w formie perełek. Wtedy wysypuje się wapno na ziemię, gdzie wkrótce rozpada się na miałki proszek, i jest do użycia gotowe.

Wapno mielone jest wprawdzie droższe niż wapno w bryłach, lecz ma tę zaletę, że można je bez poprzedniego lasowania rozsiewać maszyną wprost na pole. Po rozsianiu należy je tak samo jak gaszone wapno zaraz bronami zmięszać z glebą, gdzie pod wpływem wilgoci samo się lasuje. Jestto więc najłatwiejszy sposób wapnowania, przy którym nie zachodzi obawa, że z powodu złego zlasowania skuteczność wapna dozna uszczerbku. Wapno mielone kopalnie wysyłają w miechach, lecz po nadejściu należy je jak najprędzej rozsiać, gdyż w przeciwnym razie naciąga wilgocią i łącząc się z kwasem węglowym zamienia się na węglan wapnia. Z tego samego powodu sprowadzać należy tylko świeżo palone wapno. Ponieważ wapno mielone mocno się kurzy, więc niektóre wapniarnie przyrządzają grubo mielone (śrótowane) wapno, które jednakże nie jest polecenia godne, gdyż w glebie nie rozdziela się dobrze.

Z odpadków przy wypalaniu i ładowaniu wapna powstaje t. zw. miał wapienny. Jest to materjał o zmiennej zawartości, który — dopóki jest świeży — składa się przeważnie z wapna gryzącego (50—80%), leżąc jednakże na kupie znacznie traci na wartości, gdyż wapno gryzące pochłania wilgoć i kwas węglowy z powietrza i zamienia się stopniowo na węglan. Miał wapienny rozkurza się jeszcze bardziej niż wapno gryzące mielone, używa się zresztą tak samo, tylko należy go o tyle więcej dać na hektar, o ile mniej zawiera wapna w stanie gryzącym. Ponieważ miał zwykle nie jest wolnym od brył i kamieni, więc, zamiast siać maszyną, praktyczniej jest rozsiewać go w ten sposób, że jeżdżąc po polu helą napełnioną miałem, rozrzuca go się szpadlem wprost z woza, uważając, aby cała powierzchnia równo była obsiana. Z powodu niskiej ceny miału wapiennego

użycie tegoż opłaca się w pobliżu wapniarni, na dalszą odległość przewóz zwykle wypada za drogo.

Wapno palone kupować zawsze należy podług zawartości czystego wapna (tlenku wapnia = *Ca O*), przy miale wapiennym jednakże wapniarnie nie przyjmują gwarancji za zawartość. Najkorzystniej i najsilniej działają w glebie te gatunki wapna, które odznaczają się najwyższą zawartością (90—97%) czystego wapna a najmniej zawierają obcych przymieszek. Wapno zawierające większą ilość gliny, tlenku żelaza i kwasu krzemowego (t. zw. wapno hydrauliczne) jest do nawożenia niezdatne. Wapno takie bowiem skutkiem deszczu mogłoby utworzyć twardą, nierozpuszczalną masę, która w ziemi leżałaby bezczynnie. T. zw. szare wapno, wypalane z wapniaka zwanego *dolomitem*, zawiera oprócz wapna także magnezję (tlenek magnezu = *MgO*). Magnezja wolniej się lasuje i wolniej działa w glebie niż wapno, lecz skutkuje podobnie i w niektórych warunkach wartość jej nawozowa równa się wartości wapna. Również i szare wapno (dolomitowe) nie powinno zawierać kwasu krzemowego w większej ilości.

Najstosowniejszą porą do nawożenia wapnem palonem jest wczesna jesień. Można rozpocząć wapnowanie zaraz po żniwach, rozwożąc wapno na ściernisko, a po rozrzuceniu należy je przykryć krymerem albo płużkiem a później jeszcze rozbronować. Im lepiej bowiem wapno zmięszamy z glebą, tem lepiej ono skutkuje. Na wiosnę unikać należy używania wapna gryzącego, ponieważ trudno upatrzyć czas, w którym rola jest dostatecznie sucha i powietrze pogodne, wapno zaś musi być dane kilka tygodni przed siewem zboża, gdyż w przeciwnym razie zaszkodziłoby kiełkom roślinnym. Szczególniej wrażliwe są na to buraki i marchew, mniej zaś kartofle. Wapno gryzące najodpowiedniejsze jest na gleby mocne. Jeżeli chodzi o fizykalne działanie wapna, trzeba go dać 500 kg. na ¼ ha, a na bardzo ścisłych glinach można się posunąć do 1000 kg. a nawet i więcej. Tak wielkie ilości wapna można dać jednakże tylko na

bardzo surowej ziemi, na lepszej glebie oddziałałoby szkodliwie przez zabicie bakteryj. Należy więc przyjąć za zasadę, że lepiej mniejszą dawkę użyć, a wapnowanie powtarzać częściej, np. co 4 lata. Na lekkie i suche gleby wapno gryzące mniej jest stosowne, ponieważ działałoby zbyt energicznie i rozluźniłoby je zbytecznie; można go więc chyba w bardzo małych używać ilościach, tj. nie większych niż 150—250 kg. na ¼ ha. Na takie gleby lepiej nadaje się wapno dolomitowe. Działanie wapna palonego w glebie trwa 3—6 lat i dłużej nawet, zależnie od ilości użytego wapna.

Węglan wapnia *($CaO. CO^2$)* zawiera 56% czystego wapna *(CaO)*, które jednakże mniej szybko działa, niż wapno gryzące, gdyż trudno rozpuszcza się w wodzie i nie rozdziela się tak dobrze w roli, jak wapno w stanie gaszonym. To też węglan wapnia stosowny jest tam, gdzie wapno gryzące działałoby zbyt silnie, tj. na gleby piaszczyste, bardzo luźne i przepuszczalne, mianowicie jeżeli się chce naraz dać większą ilość wapna.

Do nawozów, które wapno w tej formie zawierają, należy także miał wapienny, jeżeli skutkiem dłuższego leżenia zawarte w nim pierwotnie wapno gryzące zamieniło się na węglan wapnia. Dalej należy tu surowy wapniak mielony i t. zw. margiel handlowy (margiel wapnisty). Różnica pomiędzy niemi polega na tem, że wapniak mielony składa się z bardziej twardych cząstek a margiel ma wygląd ziemisty. Wysokoprocentowe wapniaki i margle zawierają 85—90% węglanu wapnia a w wapniaku zawartość ta dochodzi do 95—98%. Zarówno wapniak jak i margiel powinny być jaknajdrobniej zmielone a margiel oprócz tego dostatecznie wysuszony. Cena tych nawozów zależna jest od ich zawartości węglanu wapnia, za którą żądać należy poręczenia, tak samo wymagać trzeba, aby zawierały przynajmniej 70% miału, tj. cząstek mających średnicę niżej 0,5 mm. W wapniaku dolomitowym, który na glebach (lżejszych), ubogich w magnezję, jest polecenia godnym, oprócz węglanu wapnia wchodzi w rachubę węglan magnezu.

Nawozy powyższe mogą rozsiane być każdego czasu, byle nie na mokrą rolę a przykryć (zabronować dokładnie) należy je, jeżeli nie zaraz, to ile możności jak najprędzej. Dlatego nie można polecić rozsiewania ich zimą na zmarżniętą rolę. Wysokoprocentowego wapniaka lub marglu używa się na ¼ ha na suchych piaskach i murszach (górnych)*) 500 kg., na takichże wilgotnych gruntach 1000—1500 kg., na łąkach z glebą murszową (górną) do 2000 kg. Chcąc na mocnych glebach użyć węglanu wapnia należy go dać mniej więcej dwa razy tyle co wapna gryzącego, co pociąga za sobą znaczne podrożenie kosztów przewozu.

Margiel zwykły, kopany na polu, zawiera 10 do 50% węglanu wapnia ściśle zmięszanego z gliną a także i piaskiem; pokłady jego znajdują się często w nieznacznej głębokości, mianowicie na suchych pagórkowatych miejscach, i wtenczas zdradzają się nieraz przez kępy dziko rosnących roślin, do których należą między innemi podbiał, szałwia, modrak, żółta koniczyna, komonica i inne. Przez marglowanie dostarczamy glebie oprócz wapna także nieco potażu i kwasu fosforowego, które w nim są zawarte. Dla gleby lekkiej, piaszczystej, marglowanie ma o tyle większe znaczenie, że poprawia jej skład fizykalny przez dowóz gliny: to też na piaskach pokład marglu jest kopalnią złota. Na cięższych glebach należałoby użyć piaszczystego marglu, w przeciwnym razie korzystniejsze jest wapnowanie.

Margiel wywozi się zwykle w jesieni lub zimową porą taczkami lub kolejką na pole, gdzie pozostaje w małych kupkach aż do wiosny. Pod wpływem powietrza margiel rozpada się na proszek, a skoro to nastąpi, rozrzuca go się po polu (przy suchem powietrzu), rozdziela zapomocą brony i walca i wreszcie miałko przyoruje. Ilość marglu, którą ziemi dawać należy, zależna jest przedewszystkiem od jego zawartości wapna. Jako średnia ilość uchodzi 30—60 metr. kub. na ¼ ha, tak iż po rozrzuceniu powierzchnia ziemi pokryta byłaby na

*) Mursze nizinne wapnowania zwykle nie potrzebują.

1¼—2½ cm. grubo. Marglowanie skutkuje przez 8—10 lat.

Szlam wapienny czyli wapno defekacyjne z cukrowni zawiera 15—30% węglanu wapnia obok nieznacznej ilości wapna gryzącego, kwasu fosforowego i azotu. Jest to nawóz bardzo wodnisty, zawierający nieraz przeszło 40% wody, dlatego dalekiego przewozu nie opłaca. W pobliżu cukrowni przy tanim transporcie używanie szlamu wapiennego zamiast wapna lub marglu może być bardzo korzystnem mianowicie na lekkich i średnich glebach. Szlam taki rozwozi się po polu w ilości 50—100 metr. ctr, na ¼ ha i pozostawia w kupkach przez zimę; na wiosnę rozrzuca go się i przykrywa broną lub krymerem albo miałko przyoruje.

Do materjałów wapiennych policzyć można także **gips** czyli siarkan wapnia *(CaO. SO³)*. Nawóz ten jednakże bynajmniej nie ma takiego znaczenia jak wyżej wymienione nawozy wapienne. Działa on podobnie jak sól kuchenna i inne związki poboczne, zawarte w solach potasowych, tj. pośrednio przez roztwarzanie materyj odżywczych w ziemi. Do nawożenia używa się gipsu w stanie niepalonym i dobrze sproszkowanym w ilości 100—200 kg. na ¼ ha. Gips skutkuje najlepiej na dobrych, żyznych gruntach — na mokrych zaś i zimnych, jako i na zbyt suchych glebach prawie żadnego wpływu nie wywiera. Wogóle jest on mało polecenia godnym nawozem i prawie zupełnie wychodzi z użycia.

Nawozy wapienne wywierają w roli wpływ bardzo wieloraki. Bezpośrednie ich działanie polega na dostarczaniu roślinom wapna, które, jak wiadomo, należy do niezbędnie potrzebnych pokarmów roślinnych. Brak wapna objawia się najczęściej na bardzo lekkich glebach piaszczystych i murszach t. zw. górnych, inne gleby zawierają zwykle tyle wapna, aby rośliny w dostateczną ilość tego pokarmu zaopatrzyć się mogły. Ale i na takich glebach nawozy wapienne skutkować mogą znakomicie, a to przez wpływ pośredni, który wywierają na wegetację.

Wapno bowiem przyspiesza rozkład nawozów oraz różnych składników ziemi i zamienia nieczynne przedtem substancje w glebie na związki rozpuszczalne i dla roślin pożyteczne. I tak przyczynia się wapno do rozkładu surowych związków mineralnych, mianowicie gliny i feldszpatów; dalej przyspiesza ono oksydację szczątków roślinnych i wszelkich materyj organicznych a przedewszystkiem mierzwy stajennej i próchnicy. Dlatego na glebach w próchnicę ubogich wapno szybko, jak to mówią, „pożera“ czyli rozkłada próchnicę, lecz przez to zawarte w niej materje odżywcze stają się przystępne dla roślin. Również popiera wapno i ułatwia tak ważny proces nitryfikacji w glebie czyli przemianę azotu organicznego na saletrę. Działalność ta wapna jest bardzo pożądana na wszelkich glebach ciężkich, silnie absorbujących a więc „nieczynnych“, natomiast mniej jest korzystna na ziemiach lekkich, które z natury już są zbyt „czynne“ a przytem ubogie w próchnicę i dlatego na takich glebach wapnowanie wymaga wielkiej ostrożności. Wapno pobudza więc wszelkie materje do szybkiej działalności, gdyż przyspiesza ich przemianę na związki rozpuszczalne. Dlatego obok nawozów wapiennych należy dostarczać glebie obficie wszelkich materyj odżywczych, których ona potrzebuje, a najlepiej przed lub krótko po nawiezieniu wapnem czy marglem dać silny nawóz obornika (lub zielony nawóz). Wyłączne bowiem użycie nawozów wapiennych stałoby się powodem z u b o ż e n i a g l e b y w następnych latach, a nawet mogłoby je doprowadzić do zupełnej nieurodzajności. Wapno łączy się też chciwie z wszelkiemi kwasami w ziemi, np. z szkodliwemi kwasami próchnicowemi i przez to zobojętnia je (neutralizuje), a więc odkwasza glebę i kwaśną próchnicę zmienia na łagodną; również zobojętnia ono szkodliwy wpływ tlenku żelaza. Z tego powodu wapno znakomicie skutkuje na ziemiach murszowych i na wszelkich gruntach kwaśnych i żelazistych. Jeżeli na jakiemś miejscu rozrastają się takie chwasty, jak szczawik lub koszczka (skrzyp), jest to dowodem,

że potrzeba tam silnego nawiezienia wapnem. Tam zaś gdzie stale udają się rośliny strączkowe, koniczyny a mianowicie esparceta, można przypuścić, że gleba ma wapna poddostatkiem. Oprócz chemicznego działania, nawozy wapienne wywierają bardzo korzystny wpływ fizykalny w roli, tj. wapno gryzące na ciężkich gliniastych glebach a margiel gliniasty na lekkich, suchych piaskach. Zwłaszcza na zwięzłych, spieczystych gruntach wapnowanie jest nieocenioną melioracją. Przyczynia się ono do ich zluźnienia, przewietrzenia i ogrzania, zapobiega zlewaniu się i zeskorupianiu gleby i nadaje jej wogóle korzystniejszą strukturę. Mamy więc w wapnowaniu sposób, aby niekorzystny wpływ, który na strukturę gleby wywołują wielkie dawki saletry i soli potasowych, złagodzić lub usunąć. Pod tym względem mielone wapno (gryzące), miałko przypłużkowane, jeszcze silniej działa, niż wapno gaszone, ponieważ lasując się w ziemi rozsadza niejako cząstki gliniaste. Na glebach piaszczystych wapno gryzące ani gaszone nie jest odpowiednie, ponieważ, jak to się mówi, „pali“ zanadto. Nietylko przyspiesza ono zbytecznie spalanie się próchnicy, ale może także zabójczo oddziałać na życie bakteryj w glebie lekkiej. Oprócz tego wapno gryzące na takiej glebie zmniejsza jej siłę kapilarną i czyni ją mniej hygroskopijną. Jeżeli więc na ziemi lekkiej wapnowanie jest konieczne, to należy użyć wapna w mniejszej ilości i najlepiej w formie węglanu wapnia. Nadmienić wypada, że i wapno zawarte w tomasówce bardzo dobrze w ziemi skutkuje i że przy regularnem nawożeniu tomasówką dostarczona w tym nawozie ilość wapna zwykle jest dostateczną, aby glebę lekką piasczystą zaopatrzyć w wapno.

Z powyższych uwag wynika, że nawozy wapienne wywołują w glebie cały szereg skutków i że przy racjonalnem zastosowaniu przynieść mogą rolnikowi nadzwyczajne korzyści. Wapnowanie jednakże tylko wtenczas odpowiednio działa, jeżeli gleba nie jest jałowa i nie zanadto mokra. Do dobrego skutku nawozów wapiennych

potrzeba także, aby w glebie miały dostateczny przystęp powietrza. Należy więc nietylko jaknajmielej (na 6 do 10 cm.) je przypłużkować, ale unikać nawet następnej głębszej órki (np. pod buraki), aby nie dostały się w zbyt głęboką warstwę gleby. Razem z nawozami wapiennemi można dawać tylko tomasówkę i sole potasowe; wszelkich innych nawozów — ani mierzwy stajennej lub kompostu — nie należy używać nigdy równocześnie, lecz w pewnym odstępie czasu przed lub po wapnowaniu.

Z naszych roślin uprawnych najwięcej odwdzięczają nawożenie wapnem rośliny strączkowe, lecz najstosowniej wapnować pod przedplód ich, gdyż niektóre z tych roślin (przedewszystkiem łubin żółty i seradella) świeżego nawozu wapiennego nie lubią i tylko wtedy się na nim udają, jeżeli dostaną bardzo silną dawkę potażu. Bardzo dobrze znoszą wapnowanie rzepak i buraki cukrowe. Pod te ostatnie jednakże trzebaby użyć wapna dopiero po jesiennej głębokiej órce, co sprawia pewne trudności. Kartofle po nawożeniu wapnem dostają strupu, lecz mniej w pierwszym, niż w następnym roku po wapnowaniu. Najmniej narażone na strup są kartofle, jeżeli wapno rozsieje się na powschodzone kartofle przed bronowaniem lub obradleniem ich. Łąki, o ile gleba łączna uboga jest w wapno, potrzebują wapnowania więcej jeszcze niż rola orna. Najodpowiedniejszą formą na łąki jest węglan wapnia, gdyż gryzące wapno może uszkodzić darnę i tylko na bardzo kwaśne i mchem zarosłe łąki polecićby je można. Można także wapno dodać do kompostu przeznaczonego na łąki i w ten sposób przeprowadzić wapnowanie tychże.

ROZDZIAŁ VII.

ŻYWIENIE ZWIERZĄT.

Część pierwsza.

Ciało zwierzęce w najrozmaitszych swych częściach składa się z tkanek utworzonych z pojedyńczych komórek, które w zasadzie nie różnią się od komórek roślinnych. Skutkiem czynności życiowych bądź całe komórki, bądź części ich ciągle się zużywają i niszczą a substancja organiczna, z jakiej przeważnie są utworzone, rozkłada się przez utlenianie. Znaczna ilość substancji organicznej zostaje utleniona czyli spalona wyłącznie w celu wytworzenia ciepła w ustroju zwierzęcym, którego wewnętrzna temperatura wynosi średnio 37,5° C. Oprócz tego wszelkie czynności życiowe, czy to oddychanie czy trawienie lub obieg krwi, funkcje nerwów czy ruch mięśni, wymagają spalenia pewnej ilości substancji organicznej, przez co organizm zyskuje siły do powyższych czynności potrzebne.

Rozkład czyli spalanie substancji organicznej odbywa się pod wpływem tlenu, który zwierzę przy oddychaniu pobiera z powietrza. Przez rozkład substancji organicznej powstają (jako produkty utleniania) kwas węglowy, para wodna i mocznik, które jako materje bezużyteczne z ustroju wydzielone zostają. W miejsce rozłożonych i wydzielonych składników organizm potrzebuje nowych substancyj i w tym celu skazany jest na przyjmowanie pokarmu czyli paszy; czynność tę nazywamy o d ż y w i a n i e m. Zwierzę nie może jednakże tak jak roślina zamieniać prostych związków nieorga-

nicznych na substancję organiczną, lecz przeciwnie, pokarm jego musi zawierać materje podobne do tych, z których się składa ciało zwierzęce.

Składniki ciała zwierzęcego dzielą się na:

1) związki azotowe 2) „ bezazotowe	materje organiczne
3) sole mineralne 4) wodę	materje nieorganiczne

Widzieliśmy, że te same materje znajdują się także w ciałach roślinnych, i one też dostarczają pożywienia naszym zwierzętom domowym. Powyższy podział więc możemy zastosować do materyj składających pokarmy zwierzęce, a więc do materyj odżywczych czyli do składników pokarmowych. Przy opisie tych składników, którym poświęcamy osobny poddział, zaznaczymy zarazem, jaką spełniają rolę w ustroju zwierzęcym.

1. Składniki pokarmów.

Materje azotowe. Należą tu przedewszystkiem **ciała białkowe** czyli proteinowe, składające się z węgla, wodoru, tlenu, azotu i siarki. Są to ciała o wielce skomplikowanej budowie a ich formuły chemicznej nie udało się dotychczas odnaleźć. Występują one w ciele roślinnem w licznych odmianach, w których zawartość węgla waha się od 50—55%, azotu zaś od 14—18%; przeciętnie zawierają 16% azotu. Materje białkowe różnią się od siebie pewnemi własnościami chemicznemi, podług których podzielić je można na kilka grup. Najważniejsze z nich są:

Albuminy, rozpuszczalne w wodzie, znajdują się w wszystkich częściach roślinnych.

Globuliny, w wodzie nierozpuszczalne, zawarte w protoplazmie komórek a zwłaszcza w komórkach nasion i owoców.

Fibryny, ciała elastyczne i włókniste, do których należy klej roślinny czyli *gluten* (w pszenicy).

N u k l e o - a l b u m i n y, zawierające fosfor, mają charakter kwasów i wchodzą w skład jądra komórkowego roślin.

Oprócz tego zalicza się do ciał białkowych jeszcze inne substancje, bądź więcej skomplikowane niż białko, t. zw. p r o t e i d y, bądź mniej złożone, stanowiące przejściową formę białka, w której ono wędrować może z jednej komórki do drugiej. Wreszcie należą tu fermenty czyli e n z y m y. Enzymą nazywamy ciało, które wywołuje zmianę chemiczną jakiegoś innego ciała a samo nie zmienia się przytem wcale*). Rozróżniamy enzymy, które (jak *diastaza)* rozkładają skrobię, inne zmieniają ciała białkowe, inne tłuszcze a jeszcze inne mają własności utleniające.

W pokarmach roślinnych ciała białkowe znajdują się po większej części w znacznie mniejszej ilości, niż materje bezazotowe, i z tego powodu proteina czyli białko (w ogólności) jest najdroższą materją odżywczą i najcenniejszym składnikiem paszy. Artykuły pastewne, które stosunkowo obfite są w białko, jak nasiona, ziarna i ich odpadki, nazywamy p a s z ą ś c i s ł ą. Najuboższe w białko są rośliny okopowe, również słoma i plewy roślin zbożowych. Zielona pasza i siano odznaczają się średnią zawartością białka. Zawartość białka w tych ostatnich podlega znacznym różnicom i zależna jest jużto od stanu wegetacji, już od warunków gleby, nawozu i powietrza, dalej od sposobu sprzątania i przechowania paszy.

W c i e l e z w i e r z ę c e m znajdujemy podobne odmiany materyj białkowych jak w roślinach, a mianowicie albuminy w krwi, mleku i jajach, globuliny w krwi, lymfie, muszkułach, jajach, *fibrynę* (włóknik) w krwi. Do nukleo-albuminów należy *kazeina* (sernik) w mleku, do proteidów materje śluzowe w ślinie, żółci i ściegniach. Również i enzymy licznie zachodzą w ciele zwierzęcem, jak np. *ptyalina* w ślinie, *pepsyna* w soku

*) Enzymy nazywają się także fermentami, gdyż rozkładają związki chemiczne podobnie jak to czynią bakterje przy fermentacji (p. przypisek str. 121).

żołądkowym i inne, znajdujące się w wydzielinach przewodu pokarmowego. Wogóle materje białkowe tworzą większą część substancji suchej ciała zwierzęcego, a mięso, muszkuły i wszelkie organa prawie wyłącznie z nich się składają. Dlatego też ciała białkowe mają pierwszorzędne znaczenie w odżywianiu zwierząt i zwane są także materjami plastycznemi czyli budulcowemi, ponieważ z nich tylko tworzyć się może krew i mięso zwierzęce.

Pewna ilość białka w ciele zwierzęcem skutkiem czynności życiowych stale się rozkłada i ta ilość dostarczona być musi w pokarmach, w przeciwnym razie zwierzę wyczerpywać będzie zapasy własnego ciała aż do zupełnego wycieńczenia. Dopiero gdy pokarm zawiera więcej białka niż potrzeba do wyrównania strat, to zwierzę nadwyżkę tę zużyć może albo na produkcję siły mechanicznej albo na przyrost ciała. Im większą jednakże ilość białka zwierzę spożywa w pokarmach, tem więcej białka rozkłada się w ciele zwierzęcem, a przy nadmiernej zawartości białka lub niedostatecznej ilości materyj bezazotowych w paszy dojść może do tego, że nietylko białko ale nawet tłuszcz zwierzęcy podlegać będzie rozkładowi i zwierzę tracić będzie na wadze. Dlatego zawartość białka w paszy powinna być zawsze utrzymana w tych granicach, które wskazane są przez specjalne cele pasienia. Najwięcej białka potrzebują zwierzęta młode do budowy ciała i krowy dojne do produkcji mleka. U wyrosłych dobrze utrzymanych zwierząt białko nie przyczynia się już do utworzenia mięsa, lecz, o ile nagromadza się w organizmie, rozszczepia się czyli rozpada na węglowodan, który następnie zamienia się na tłuszcz zwierzęcy, i na mocznik, który wydzielony zostaje. Do produkcji tłuszczu jednakże, tak jak i do wytworzenia siły muszkułów, białko nie jest koniecznie potrzebne, gdyż celom tym służą w pierwszym rzędzie materje bezazotowe.

Oprócz ciał białkowych znajdują się w każdej roślinie jeszcze inne związki azotowe, zwane a m i d a m i

lub związkami a m i d o w e m i. Rozróżniamy pomiędzy niemi amidy i amidokwasy a najwięcej rozpowszechnione z nich są *asparagina* i *glutamina*. Ciała te są produktem przemiany białka, albo też niegotowem białkiem, a więc materjałem przejściowym, z którego białko w roślinie utworzone zostaje. Napotykamy je też w największej ilości w młodych, szybko rosnących roślinach a zwłaszcza w świeżych pędach, dalej w roślinach bardzo wodnistych, jak okopowe, w których wynosić mogą ⅓ a nawet przeszło połowę wszystkich związków azotowych. Wraz z dojrzewaniem rośliny, ilość amidów w stosunku do ciał białkowych się zmniejsza i np. w dojrzałych ziarnach i słomie jest bardzo mała. Związki amidowe nie mają tego znaczenia co białko, gdyż do budowy komórek ani do produkcji tłuszczu służyć nie mogą, jednakże mogą o tyle zastąpić białko w paszy, że w miejsce tegoż się rozkładają, przez co zapobiegają rozkładowi białka, a przytem wytwarzają ciepło w organizmie. Do materyj azotowych należą także a l k a l o i d y. Są to zasady organiczne o własnościach przeważnie trujących, jak *lupinoza* w łubinie lub *solanina* w kiełkach kartoflanych. Zachodzą one w bardzo małej ilości w roślinach i jako materje odżywcze uchodzić nie mogą.

Przy zwykłych analizach paszy nie uwzględnia się ciał niebiałkowych (amidów ani alkaloidów), lecz wszystkie związki azotowe w paszy oznacza się jako białko. Ilość tegoż oblicza się podług zawartości azotu w paszy, a wychodząc z zasady, że białko zawiera średnio 16% azotu, mnoży się oznaczoną przez analizę ogólną ilość azotu przez 6,25 (czyli 100 : 16). Ponieważ w liczbie tej mieszczą się także inne ciała, więc oznacza nią się t. zw. „s u r o w e b i a ł k o", które oprócz rzeczywistego białka obejmuje wszelkie inne związki azotowe w paszy.

Materje bezazotowe. Składniki należące do tej kategorji złożone są z węgla, wodoru i tlenu, a najważniejsze z nich są węglowodany i tłuszcze.

Tłuszcze wogóle są to związki gliceryny z kwasami tłuszczowemi a mianowicie z kwasami: palmitynowym.

stearynowym i oleinowym. Związki tych kwasów z gliceryną czyli *glicerydy* nie występują nigdy osobno, lecz zawsze zmięszane są z sobą w różnym stosunku. W tłuszczach stałych przeważają glicerydy kwasu palmitynowego lub stearynowego, płynne tłuszcze zaś czyli o l e j e są te, które zawierają większą ilość glicerydu oleinowego. Oprócz glicerydów znajdują się zwykle w tłuszczach także małe ilości wolnych kwasów tłuszczowych*). Dalej jest także składnikiem tłuszczów substancja zwana *lecytyną*, podobna do tłuszczu, lecz zawierająca azot i fosfor. Oprócz tego zachodzą jeszcze w tłuszczach ciała zwane *cholesterynami*. Najwięcej tłuszczu zawierają nasiona olejne, makuchy, potem ziarna owsa i kukurydzy; w innych pokarmach roślinnych małe tylko ilości tłuszczu się znajdują. Ponieważ tłuszcze rozpuszczają się w eterze, więc przy analizie paszy wszystko, co się da wytrawić eterem, oznacza się jako „s u r o w y t ł u s z c z". W grupie tej jednakże mieszczą się oprócz właściwego tłuszczu także inne ciała rozpuszczalne w eterze a mianowicie wosk, żywica, barwniki roślinne a przedewszystkiem chlorofil. Ciała te jako niestrawne są bezwartościowe dla odżywiania. W zielonej paszy, sianie i słomie te ostatnie substancje mogą wynosić blisko połowę surowego tłuszczu, w ziarnach zaś i nasionach tłuszcz, który analiza podaje, uważać można jako prawie wolny od tych przymieszek. — Chociaż przy dostatecznej ilości węglowodanów tłuszcze nie są koniecznie potrzebne do odżywiania, to jednakże średnia ich zawartość w paszy jest bardzo pożądana; nietylko bowiem, że zostają one bezpośrednio złożone w organizmie jako tłuszcz zwierzęcy, ale wpływają bardzo korzystnie na produkcję i przyczyniają się do lepszego wyzyskania

---

*) W źle sprzątniętych (niedojrzałych lub porosłych) nasionach roślin olejnych zachodzą wolne kwasy tłuszczowe w większej ilości. Również tworzą się one w paszach obfitych w tłuszcze (np. makuchach), jeżeli nie dość sucho są przechowane; tłuszcz wtedy pod wpływem bakteryj rozkłada się czyli „jełczeje".

paszy. Nadmierna zaś ilość tłuszczu działa ujemnie, gdyż utrudnia trawienie i psuje smak paszy.

Węglowodany zawierają 40—44% węgla a wodor i tlen zawsze w tym samym stosunku, w jakim pierwiastki te złączone są w wodzie*). Co do ilości węglowodany przeważają nad wszystkiemi innemi związkami organicznemi w roślinie, przeciętnie stanowią około 4/5 całej substancji organicznej. Do węglowodanów zaliczają się następujące ciała:

C u k i e r, występuje w rozmaitych odmianach rozpuszczonych w soku komórkowym roślin. *Cukier gronowy* czyli *dekstroza* i *cukier owocowy* lub *lewuloza* zachodzą wspólnie w słodkich owocach a w mniejszych ilościach także i w innych częściach rośliny. Cukier gronowy pozatem jest formą, w którą zamienia się skrobia pod wpływem diastazy (p. str. 81), i w której krążyć może z jednej komórki do drugiej. *Cukier trzcinowy* zachodzi w znacznej ilości w burakach, marchwi, kukurydzy i trzcinie cukrowej. *Cukier mleczny* znajduje się w mleku.

S k r o b i a czyli m ą c z k a (krochmal) jest pośród węglowodanów najwięcej rozpowszechnionem ciałem.

---

*) W węglowodanach nietylko wodor i tlen zawsze zachodzą w tym samym stosunku, lecz i węgiel w stosunku do wodoru i tlenu występuje zawsze w grupie 6 atomów = C^6, albo w ilości, która zawiera liczbę 6 pomnożoną przez dwa, trzy lub więcej. Stosownie do tego, czy w jednej drobinie węglowodanów zachodzi jedna lub więcej grup C^6 dzielimy węglowodany na j e d n o- lub d w u s a c h a r y d y, na t r ó j s a c h a r y d y i w i e l o s a c h a r y d y.

Do pierwszych (jednosacharydów z formułą chemiczną = $C^6H^{10}O^5$) należy cukier gronowy czyli dekstroza i cukier owocowy czyli lewuloza;

do drugich (dwusacharydów = $C^{12}H^{22}O^{11}$) cukier trzcinowy, cukier mleczny i maltoza;

do trzecich (trójsacharydów = $C^{18}H^{32}O^{16}$) rafinoza;

do ostatnich wreszcie (wielosacharydów) o najwięcej skomplikowanej budowie, które w jednej drobinie zawierają wieloraką lecz dla poszczególnych ciał różną ilość grupy $C^6H^{10}O^5$, czyli x $(C^6H^{10}O^5)$, należą skrobia, dekstryna, inulina, glikogena, galaktany, mannany, ciała pektynowe i gumy.

Pokrewne z węglowodanami p e n t o z a n y mają formułę chemiczną = x $(C^5H^{10}O^5)$.

Znajduje się ona obficie nagromadzona w niektórych komórkach, mianowicie w ziarnach zbożowych i strączkowych oraz w korzeniach i kłębach roślin okopowych. W wodzie jest nierozpuszczalna. Przy zamianie skrobi na dekstrozę tworzy się wpierw przejściowa forma zwana *dekstryną*.

I n u l i n a zachodzi w niektórych tylko gatunkach roślin (np. w topinamburach i cykorji) i ma dla nich to samo znaczenie co skrobia. Jest rozpuszczalna w wodzie zresztą podobna do skrobi.

G a l a k t a n y i m a n n a n y, substancje śluzowate, są składnikami niektórych błon komórkowych, tak samo c i a ł a p e k t y n o w e i g u m y, które odznaczają się tem, że pod wpływem wody silnie pęcznieją.

Głównym składnikiem błon komórkowych jest węglowodan zwany b ł o n n i k i e m czyli c e l l u l o z ą. Jestto ciało o tyle charaktarystyczne, że nie rozpuszcza się w zwykłych odczynnikach chemicznych, gdyż ani wrząca woda ani roztwory kwasów i ługów*) nie zmieniają go wcale.

Oprócz tłuszczów i węglowodanów należą do materyj bezazotowych jeszcze inne ciała bardzo zbliżone do węglowodanów, tj. p e n t o z a n y i l i g n i n a. Ciała te są stałymi towarzyszami cellulozy. Błona komórkowa bowiem tylko w zupełnie młodych komórkach składa się z czystej prawie cellulozy, w miarę jak ściany komórek grubieją i stają się więcej zdrewniałe, obok cellulozy występuje w nich coraz więcej pentozanów i substancyj ligninowych. Lignina zawiera więcej węgla (55%), niż węglowodany i pentozany. Pewna część pentozanów i substancyj ligninowych jest rozpuszczalna w odczynnikach chemicznych, reszta zaś, podobnie jak celluloza, nie rozpuszcza się wcale. W analizach paszy więc cellulozę oraz nierozpuszczalną część pentozanów i ligniny oznacza się wspólnie jako „s u r o w e w ł ó k n o". Największą zawartość surowego włókna posiada

*) Ługi są to roztwory alkaliczne.

słoma; młode rośliny (siano) mniej go zawierają, najmniej zaś korzenie (kłęby) okopowych i ziarna.

Jako materje bezazotowe wymienić jeszcze należy kwasy organiczne. Występują one w roślinach zwykle w małej ilości, i to albo jako złączone z wapnem lub z alkaljami, albo jako wolne kwasy. Najważniejsze z nich są *kwas jabłkowy, cytrynowy, winny* i *szczawiowy.* Skutkiem fermentacji podczas zakiszania paszy tworzy się w niej znaczna ilość *kwasu mlecznego* a oprócz tego *kwas masłowy* i *octowy,* które także w zepsutych pokarmach się znajdują. Kwasy organiczne są produktem utlenienia węglowodanów i dlatego mają wogóle bardzo małą wartość odżywczą. Niektóre z nich, np. kwas mleczny, jeżeli w odpowiedniej ilości zawarte są w paszy, nadają jej lepszego smaku i pobudzają apetyt, w nadmiernej ilości jednakże spożyte są szkodliwe i wywołują objawy chorobliwe (biegunkę).

Wszystkie składniki bezazotowe roślin z wyjątkiem tych, które wchodzą w skład t. zw. surowego tłuszczu i surowego włókna, w analizach paszy objęte są mianem „bezazotowych materyj wyciągowych". Należą do nich przeważnie węglowodany a prócz tego rozpuszczalna część pentozanów i ligniny oraz kwasy organiczne.

Z bezazotowych składników ciała zwierzęcego najważniejszy jest tłuszcz, który znajduje się we wszystkich tkankach i płynach zwierzęcych, a w niektórych częściach ciała obficie jest nagromadzony; zwierzęta w tucznym stanie zawierają 2—4 razy tyle tłuszczu co mięsa. Ważną rolę odgrywa także lecytyna w ustroju zwierzęcym jako składnik krwi i substancji nerwowej. Węglowodany napotykamy w małej tylko ilości w sokach zwierzęcych i to bądź jako cukier gronowy w krwi i cukier mleczny w mleku, bądź jako *glikogena* w wątrobie i w mięśniach. Pomimo to tworzą węglowodany niemniej ważną grupę materyj odżywczych jak tłuszcze.

Znaczenie materyj bezazotowych wogóle polega na tem, że dają one materjał potrzebny do utleniania celem dostarczenia ciepła w organizmie i celem wytworzenia siły muszkułów. Zapotrzebowanie tychże materyj w organizmie zwierzęcym jest bardzo znaczne, a jeżeli ich niema poddostatkiem, to utlenianie odbywa się kosztem białka zawartego w paszy, które wtenczas obficie się rozkłada. Stósowna zaś ilość materyj bezazotowych w paszy wpływa na zmniejszenie rozkładu białka czyli przyczynia się do zaoszczędzenia białka w organizmie. Ze składników bezazotowych przedewszystkiem węglowodany służą do utleniania, a dopiero skoro ich nie starczy, zostaje tłuszcz w tym celu rozłożony. W razie obfitości zaś węglowodanów tłuszcz zawarty w paszy osadza się jako tłuszcz zwierzęcy. Tłuszcz zwierzęcy jednakże tylko w małej ilości pochodzi z tłuszczu pokarmów, częściowo powstaje on także z białka, przeważnie zaś tworzony bywa z węglowodanów, jeżeli te ostatnie w dostatecznej ilości i w odpowiednim stosunku do białka zawarte są w paszy. Oprócz tłuszczu znaleźliśmy w ciele zwierzęcem także małe ilości węglowodanów. W procesie trawienia wszelkie węglowodany zawarte w pokarmach zamieniają się na cukier gronowy, z którego pewna część przeistacza się na glikogenę. Podczas pracy muszkułów glikogena podlega utlenianiu, a po natężonej pracy zapas jej zarówno w wątrobie, jak w muszkułach znika zupełnie. Z rozkładu glikogeny (węglowodanów) czerpią więc mięśnie siły potrzebne do pracy mechanicznej, a dopiero skoro węglowodanów zabraknie (w paszy), zużywają one w tym celu tłuszcz a następnie białko.

Materje bezazotowe mają zatem liczne funkcje do spełnienia w organizmie: znaczna ich ilość służy do wytworzenia ciepła, pewna część dostarcza mięśniom sił do pracy a reszta zamienia się w organizmie na tłuszcz. Powyższe zadania spełniają zarówno węglowodany jak tłuszcze zawarte w paszy, ale wartość odżywcza tych ciał bynajmniej nie jest równa. Ponieważ tłuszcze za-

wierają znacznie więcej węgla niż węglowodany, dlatego 1 część tłuszczu może wytworzyć średnio tę samą ilość ciepła, siły mięśniowej lub tłuszczu zwierzęcego, co 2,2 części węglowodanów. Zawarte w bezazotowych materjach pentozany do produkcji tłuszczu prawdopodobnie także służyć mogą, kwasy organiczne zaś są o tyle pożyteczne, że stanowią materjał zdatny do utleniania. Ponieważ te ostatnie zwykle w małej ilości zachodzą, więc możemy uważać strawną część bezazotowych materyj wyciągowych i surowego włókna jako równowartościową z węglowodanami.

Składniki nieorganiczne czyli **mineralne** zachodzą w pokarmach w bez porównania mniejszej ilości, niż składniki organiczne, pomimo to dla odżywiania zwierząt są one niemniej ważne, niż tamte. Występują one bądź jako sole mineralne, bądź jako składniki związków organicznych, np. siarka w białku, fosfor w lecytynie, wapno w związku z kwasami organicznemi itp. Składniki mineralne w analizach paszy oznacza się zwykle jako „p o p i ó ł". Te same substancje mineralne, które poznaliśmy w rozdziale IV jako składniki popiołu roślinnego, znajdują się także w ciele zwierzęcem. Składniki mineralne występują w małej ilości we wszystkich tkankach i sokach zwierzęcych, głównie zaś nagromadzone są w kościach, które przeważnie z nich się składają.

Ze składników tych największe ma dla nas znaczenie f o s f o r a n w a p n i a, który tworzy blisko 4/5 całego popiołu zwierzęcego. W pokarmach roślinnych jest kwas fosforowy nieodstępnym towarzyszem białka, wapno zaś znajduje się w obfitości w sianie oraz słomie i ziarnach roślin strączkowych; natomiast słoma kłosowych, kłęby i korzenie okopowych i odpadki z nich są ubogie zarówno w wapno, jak w kwas fosforowy*). Jakkolwiek przyjąć można, że pasza, w której materje organiczne znajdują się w odpowiedniej ilości, zawiera także dostateczny zapas materyj mineralnych, to jednak

*) Porównaj tablicę na str. 107.

zdarzyć się może, że w paszy, złożonej przeważnie z okopowych lub ich odpadków, pojawi się brak wapna i kwasu fosforowego. Mianowicie okaże się to przy żywieniu młodocianego inwentarza, który znaczną ilość tych składników potrzebuje do utworzenia kości, dalej przy tuczu młodych świń, również i krów mlecznych, które w mleku wydzielają obficie fosforan wapnia. Niedostatek powyższych składników u młodych rosnących zwierząt wywołuje stan chorobliwy, zwany „rachitis", u starszych zaś t. zw. kościozmięk. W takich razach zaleca się dodawanie do paszy czystego fosforanu wapnia, gdy przeciwnie w zwykłych, normalnych warunkach surogat ten nie ma żadnego znaczenia. Czasami w paszy zachodzi brak wapna a kwasu fosforowego jest poddostatkiem, w takim razie wystarczy dodatek samego wapna w formie miałkiej kredy (szlamowanej), która mianowicie przy tuczu świń jest często potrzebna (8—10 gr. na sztukę).

Również ważnym składnikiem jest chlorek sodu czyli sól kuchenna, która zawarta jest we wszystkich płynach zwierzęcych, a mianowicie we krwi. Chociaż i to ciało jako materja odżywcza prawdopodobnie w dostatecznej ilości zawarte jest w pokarmach roślinnych, to jednakże osobny dodatek soli kuchennej do paszy działa nadzwyczaj korzystnie i przedewszystkiem dodatnio wpływa na stan zdrowia zwierząt. Sól kuchenna bowiem pobudza narządy trawienia do obfitszego wydzielania soków trawiących i łagodzi szkodliwe własności gorszej lub niezbyt normalnej paszy. Dalej nadaje lepszy smak pokarmom, wywołuje pragnienie u zwierząt i podnieca ich apetyt. To też dodatek soli kuchennej uważany jest ogólnie jako koniecznie potrzebny, mianowicie dla inwentarza utrzymywanego w stajni. Największą ilość soli potrzebują owce, natomiast konie niechętnie ją jedzą i tylko od czasu do czasu dostawać ją potrzebują; dla bydła liczy się jako stósowną dawkę 20—50 g., dla owcy lub świni 4—8 g., dziennie na sztukę. Przy jałowych, niechętnie spożywanych pokarmach

dawkę soli można podwyższyć, dla bydła do 80 g., dla owiec i trzody do 12—15 g., na sztukę, przy paszy obfitej w sól (melasa, liście buraczane) należy ją ograniczyć. Nadmierna ilość soli wpływa szkodliwie zarówno na produkcję jak i na zdrowie zwierząt.

Woda jest nieodzownym składnikiem wszelkich pokarmów. Wymienione dotychczas materje organiczne i sole mineralne tworzą t. zw. „s u c h ą s u b s t a n c j ę" pokarmów, t. j. taką, którą otrzymujemy przez wysuszenie ich przy 100° C. Odciągnąwszy od ogólnej wagi danego pokarmu substancję suchą, otrzymujemy jako resztę ilość wody w paszy zawartą. Najobfitsze w wodę są rośliny młode, świeżo spasane (zielona pasza), dalej okopowe i odpadki z niej, mniej zaś wody zawiera t. zw. sucha pasza, a najmniej ziarna i nasiona.

Jak wielkie znaczenie ma woda dla zwierząt, wynika już z tego, że tworzy ona ½—⅔ ciała zwierzęcego; młode zwierzęta zawierają w sobie więcej wody niż stare, chude zaś więcej niż tłuste. Woda przesiąka wszelkie tkanki i organa zwierzęce i bezustannie wydzielana zostaje na zewnątrz przez nerki, skórę i płuca. Rozpuszczając materje odżywcze i przenikając przez ściany komórek, pośredniczy woda w ogólnej wymianie materji, a przytem służy do regułowania wewnętrznej ciepłoty ciała, która przez parowanie (pocenie) się obniża. Brak wody w organizmie objawia się przez przykre uczucie pragnienia, które zwierzę usuwa przez napicie się wody. Na 1 kg. substancji suchej w paszy potrzebują przeciętnie: świnie 7—8, bydło 4—6, konie i owce 2—3 kg. wody włącznie tej ilości, która zawarta jest w pokarmach. Im więcej wodnista jest pasza, tem mniejsza jest potrzeba wody do picia u zwierząt. Niepożądanem jest, aby pasza zawierała tyle wody, ile zwierzęta wogóle potrzebują, a jeszcze niekorzystniej, jeżeli zawartość wody w paszy przekracza zapotrzebowanie zwierząt. Pasza taka działa osłabiająco na organizm, obniża zdolność trawienia i szkodliwie wpływa na zdrowie. Stosownie do potrzeb organizmu znoszą

świnie i bydło rogate znacznie większą ilość wodnistych pokarmów niż konie lub owce. Temperatura wody do picia powinna wynosić 10—15° C. Zimniejsza woda jest szkodliwa dla zdrowia i niekorzystnie oddziałuje na produkcję.

2. Wyzyskanie pokarmów.

Trawienie. Zawarte w pokarmach materje odżywcze jako takie nie są zdatne do odżywiania organizmu, lecz wpierw zmienione być muszą w taką formę, aby mogły przechodzić przez błony komórek zwierzęcych. W tym celu odbywa się w przewodzie pokarmowym proces trawienia czyli roztwarzania pokarmów. Przewód pokarmowy wysłany jest wewnątrz błoną śluzową*) i ciągnie się przez całe ciało zwierzęce od paszczy przez jamę brzuszną aż do odbytu. Trawienie rozpoczyna się w paszczy przez żucie pokarmu, przez co zapomocą szczęk, zębów i języka zostaje on rozdrobniony a zarazem zmięszany ze śliną, którą gruczoły ślinowe obficie wydzielają. Ślina nietylko zwilża pokarm i rozpuszcza w nim niektóre substancje, ale oddziałuje także chemicznie, gdyż zawiera enzymę zwaną *ptyaliną,* która zamienia pewną część skrobi na dekstrynę i cukier gronowy. Ilość śliny, którą gruczoły produkują, jest bardzo znaczna i wynosić może u konia 40 kg., u bydlęcia 60 kg. na dobę. Zwilżony śliną pokarm zostaje połknięty i z gardzieli przez rurę przełykową dostaje się do żołądka. U zwierząt przeżuwających (bydła, owiec i kóz) żołądek składa się z czterech części, tj. żwacza, czepca, ksiąg i trawieńca. Z przełyku pasza przechodzi najpierw do największego oddziału, tj. do żwacza. Tutaj przez ciągłe ruchy ścian brzusznych pasza zostaje lepiej przemięszana z śliną i częściowo podlega fermentacji pod wpływem bakteryj, dla których ciepło i wilgoć stwarzają korzystne warunki rozwoju. Skutkiem tejże fermentacji tworzy się w żwaczu mała ilość kwasów orga-

---

*) Błoną śluzową nazywamy błonę zwierzęcą, która wydziela śluz.

nicznych (kwasu mlecznego) i gazów (kwasu węglowego, metanu i wodoru)*). Z żwacza pasza stopniowo przechodzi do czepca a stamtąd skutkiem skurczu muszkułów i ciśnienia gazów w małych porcjach znów powraca do paszczy. Tutaj odbywa się przeżuwanie pokarmu, przez co zostaje on zupełnie rozdrobniony. Przeżuty pokarm w postaci już prawie płynnej przez przełyk dostaje się wprost do trzeciego oddziału żołądka, tj. do ksiąg. Księgi odznaczają się bardzo silną muskulaturą a błona ich wewnętrzna składa się z licznych fałd lub listków podłużnych naprzemian wąskich i szerokich. Skutkiem powolnego kurczenia się ksiąg pokarm między listkami zostaje roztarty na miazgę i w tym stanie dostaje się do czwartego oddziału zwanego trawieńcem. Tutaj odbywa się właściwe trawienie i to pod wpływem soku żołądkowego, kwaśnego płynu, który z licznych gruczołów umieszczonych w błonie śluzowej trawieńca się wydobywa. Sok żołądkowy zawiera *kwas solny* w wolnym stanie i enzymę zwaną *pepsyną*, i obie te substancje zmieniają ciała białkowe na peptony i albuminozy, które są w wodzie rozpuszczalne i łatwo przenikać mogą przez błony komórek zwierzęcych. Oprócz tego sok żołądkowy zawiera *lipazę*, enzymę, która rozkłada tłuszcze na kwasy tłuszczowe i glicerynę, a w żołądku cieląt i owiec znajduje się jeszcze enzyma zwana *podpuszczką*, która powoduje ścinanie się białka w mleku.

U zwierząt nieprzeżuwających (koni, świń), które mniej objętościową paszą się żywią, pokarm z przełyku dostaje się do pojedyńczego żołądka, gdzie trawienie odbywa się tak samo, jak w trawieńcu przeżuwaczy. Płynne zaś pokarmy u zwierząt przeżuwających mogą wprost dostawać się do ksiąg i trawieńca.

Z żołądka pokarm przechodzi do nadzwyczaj długich, w liczne skręty ułożonych kiszek cienkich czyli jelit, gdzie spotyka i miesza się z wydzielinami dwóch

---

*) Jeżeli fermentacja zbyt szybko się odbywa, to następuje wtedy niebezpieczny objaw zwany wzdęciem.

gruczołów, umieszczonych poza przewodem pokarmowym, tj. trzustki i wątroby. Trzustka wytwarza t. zw. sok trzustkowy zawierający enzymę *(trypsynę)*, która powoduje daleko idący rozkład ciał białkowych. Oprócz tego sok trzustkowy rozkłada tłuszcze i skrobię. Z wątroby wpływa do jelit ciecz zwana żółcią. Zarówno sok trzustkowy jak żółć posiadają reakcję alkaliczną, która zobojętnia kwaśne dotąd działanie soku żołądkowego. Żółć zawiera kilka enzymów, ale przedewszystkiem ułatwia trawienie tłuszczów, zamieniając je w formę zawiesiny czyli emulsji*). Jelita wykonują ustawicznie ruchy t. zw. robaczkowe (peristaltyczne), podobne do ruchów glist, i skutkiem tego treść jelit zwolna posuwa się naprzód. Na ruchy robaczkowe żółć wpływa podniecająco a oprócz tego pobudza jelita do obfitszego wydzielania soku kiszkowego, płynu alkalicznego, który także ułatwia trawienie. Błona śluzowa jelit nie jest gładka, lecz jest (jak aksamit) pokryta gęstą szczotką drobniutkich wyrostków, zwanych kosmkami. Strawione i w formę płynną zamienione składniki paszy, t. zw. mleczko pokarmowe, zostają przez owe kosmki wessane czyli wchłonięte. Oprócz tego przebiega przez błonę śluzową żołądka i jelit sieć naczyń krwionośnych, które wprost wchłaniają strawione substancje. Reszta, tj. w jelitach niewessana i niestrawiona część pokarmu w stanie już znacznie mniej wodnistym przechodzi do kiszki grubej, gdzie w dalszym ciągu odbywa się chłonienie strawionych składników przez naczynia krwionośne, a w miarę tego pozostała masa staje się coraz więcej gęsta. W kiszkach ustaje działalność soków trawiących, natomiast różnego rodzaju bakterje, które częściowo już w końcu jelit rozpoczęły swą pracę, rozwijają bardzo ożywioną działalność. Skutkiem tego resztki pokarmowe przechodzą fermentację gnilną i zamieniają się na kał, przyczem oprócz kwasów organicznych i gazów powstają różne cuchnące sub-

*) Zawiesina albo emulsja jest to płyn mętny, nieprzezroczysty, jak n. p. mleko.

stancje, które wraz z kałem wydzielone zostają przez otwór odbytowy.

Z tego pobieżnego opisu widzimy, jak bardzo skomplikowany a przytem wydoskonalony jest przyrząd trawienia; jest on zarazem ściśle dostosowany do rodzaju pożywienia zwierząt. Dlatego przewód pokarmowy jest tem dłuższy, im trudniej strawny jest pokarm, którym zwierzęta się żywią. I tak u bydła długość jelit i kiszek wynosi około 47 metrów, u konia tylko 29 metrów, u owcy zaś prawie tyle co u konia.

Przekonaliśmy się, że z składników paszy czyli ich materji odżywczych nie wszystkie zostają strawione, lecz pewna ich część wydzielona bywa w kale i bezużytecznie przechodzi przez organizm. To też wartość pastewna pokarmów nie jest zależna od absolutnej ilości zawartych w nich materyj odżywczych, lecz od zawartości „s t r a w n y c h m a t e r y j", t. j. takich, które organizm przyswoić sobie może.

Zapomocą analizy kału zwierzęcego przekonano się, że u rozmaitych zwierząt tego samego gatunku zdolność trawienia jest równa, a nawet poszczególne gatunki zwierząt pod względem trawienia pokarmów między sobą niewiele się różnią. Zaznaczyć tylko trzeba, że konie i świnie mniejszą mają zdolność trawienia włókna i surowego tłuszczu, niż zwierzęta przeżuwające; konie szczególnie bardzo źle wyzyskują materje odżywcze w słomie, świnie zaś niedostatecznie trawią zieloną paszę a zwłaszcza zawarte w niej surowe białko. Strawność materyj odżywczych jednakże w najwyższym stopniu zależna jest od gatunku paszy, a nawet w obrębie tego samego gatunku stopień strawności może znacznym podlegać różnicom.

Stare i zdrewniałe części roślinne są w ogólności trudniej strawne, niż miękkie i soczyste pokarmy. Dlatego też słoma (ozima) jest najtrudniej strawną paszą, a z zawartych w niej materyj odżywczych zaledwie ¼—⅓ część zostaje strawiona; im młodsze zaś są rośliny, sprzątane na zielono lub siano, tem strawność

paszy jest większa. Młode rośliny bowiem zawierają mało włókna, a obfite są stosunkowo w proteinę. Wraz z dalszym rozwojem roślin zawartość białka stopniowo się zmniejsza, a zawartość włókna stale wzrasta, w miarę tego zaś roślina staje się twardszą czyli drewnieje, i zawarte w niej materje odżywcze stają się coraz trudniej strawne. Z tego wynika, że w danym gatunku siana lub zielonej paszy stopień strawności jest tem wyższy, im większa jest zawartość surowego białka, a tem niższy, im bardziej przeważa włókno. Zatem więc wszystkie okoliczności, które wpływają na podwyższenie zawartości białka w paszy, jak korzystne warunki gleby, nawożenia i klimatu, przyczyniają się także do podwyższenia strawności białka. Siano ma cokolwiek niższy stopień strawności niż zielona pasza, a strawność jego może się znacznie obniżyć skutkiem niekorzystnego powietrza podczas sprzętu, tj. jeżeli deszcze wypłuczą z niego łatwiej rozpuszczalne materje białkowe. Również i zbyt długie przechowywanie paszy wpływa ujemnie na strawność białka; dlatego też drugoletnie siano lub słoma mają znacznie mniejszą wartość odżywczą, niż w pierwszym roku po sprzęcie.

Strawność siana, słomy i plew, czyli t. zw. suchej paszy, zależna jest także od stosunku zmięszania z innemi pokarmami. Jeżeli obok suchej paszy spasane zostają w zbyt wielkiej ilości pokarmy obfite w węglowodany, jak okopowe itp., to wywołują one t. zw. d e p r e s j ę s t r a w n o ś c i, czyli zmniejszają strawność siana i słomy. Te ostatnie pokarmy zatem tem mniej zostają strawione, im więcej w paszy przeważają węglowodany. Pokarmy obfite w białko (ścisła pasza) nie ulegają powyższej depresji i same w większej ilości spasane nie wywierają bynajmniej ujemnego wpływu na strawność paszy.

Przemiana materji. Śledząc przebieg trawienia widzieliśmy, że c h ł o n i e n i e strawionych części pokarmu w dwojaki sposób się odbywa, tj. albo przez włoskowate naczynia krwionośne, albo przez kosmki jelit.

W kosmkach znajdują się włoskowate odnogi t. zw. naczyń limfatycznych, które wchłaniają mleczko pokarmowe i przez przewód limfatyczny wprowadzają je do ogólnego obiegu krwi. Większa część substancyj strawionych zostaje wessana w jelitach, a mianowicie tłuszcze prawie wyłącznie przez kosmki jelit, węglowodany zaś, ciała białkowe i substancje mineralne przeważnie przez naczynia krwionośne. Chłonienie pokarmów odbywa się na zasadzie dyfuzji i osmozy i w ten sposób, choć różnemi drogami, strawione substancje dostają się do krwi.

K r e w jestto płyn alkaliczny, w którym w zawieszeniu znajdują się czerwone i białe ciałka krwi. Najważniejszym składnikiem czerwonych ciałek krwi jest *haemoglobina,* składająca się z białka (globuliny) i czerwonego barwnika zawierającego w swym składzie żelazo. Haemoglobina chciwie łączy się z tlenem, tworząc z nim luźny związek, z którego tlen bardzo łatwo oswobodzić się może. Płynna część krwi składa się z wody i rozpuszczonych w niej substancyj organicznych, jak białka, tłuszczu, cukru gronowego, glikogeny i soli mineralnych, w których przeważa chlorek sodu. Zadaniem krwi jest zaopatrywać tkanki w materje odżywcze, których one potrzebują bądź do budowy komórek lub ich zasilania, bądź do wytworzenia ciepła i siły zwierzęcej. Materjału tego dostarcza pasza, przygotowany zostaje w przewodzie pokarmowym, krew zaś roznosi go po całem ciele i (przez osmozę) zasila nim wszystkie żyjące komórki. Oprócz tego krew dostarcza komórkom potrzebnego im tlenu i odprowadza zużyte części organizmu. W tym celu krąży ona nieustannie w ciele zwierzęcem i zapomocą naczyń włoskowatych przebiega wszelkie jego zakątki. W płucach z wciągniętego przy oddychaniu powietrza haemoglobina krwi zabiera tlen i ztamtąd rozprowadza po całym organizmie, oddając go poszczególnym komórkom.

Źródłem siły i ciepła zwierzęcego jest r o z k ł a d m a t e r j i o r g a n i c z n e j, który się odbywa w ko-

mórkach przez spalanie jej czyli utlenianie. Skutkiem procesu utleniania bezazotowe materje odżywcze, tj. tłuszcze, węglowodany i inne, zupełnie zostają rozłożone (spalone) na kwas węglowy i wodę, materje azotowe zaś tylko częściowo utlenione zostają na kwas węglowy i wodę, reszta ich, zawierająca azot, zamienia się przeważnie na mocznik a w małej ilości także na inne ciała (jak kwas moczowy, kwas hippurowy itp.), które w organizmie już dalej rozłożone być nie mogą. Wszystkie produkty rozkładu zabiera krew i odprowadza do tych organów, których zadaniem jest w y d a l i ć je z ustroju. W ten sposób kwas węglowy i para wodna razem z wydychanem powietrzem wydostają się przez płuca na zewnątrz, a częściowo także zapomocą dyfuzji ulatniają się przez skórę, mocznik zaś i inne produkty rozkładu ciał azotowych oraz część substancyj mineralnych wraz z wodą wydzielone zostają przez nerki jako mocz. Pewna ilość wody i soli mineralnych wychodzi z ciała także przez kiszkę odchodową.

Widzimy więc, że w ustroju zwierzęcym odbywa się ustawiczna p r z e m i a n a m a t e r j i, która polega na przyjmowaniu pokarmu, trawieniu go, przerabianiu na składniki ciała, rozkładzie ich i wydzielaniu produktów rozkładu.

Wartość użytkowa pokarmów. Jeżeli zwierzę (niepracujące i nieprodukujące mleka) dostaje taką ilość pokarmu, że ani nie przybiera ani nie traci na wadze, to paszę, którą dostaje, nazywamy p a s z ą b y t o w ą. Jeżeli dostaje mniej, to tracić będzie na wadze tak długo, aż nastąpi śmierć głodowa. Jeżeli zaś zwierzę więcej pokarmu przyjmie, niż potrzeba do paszy bytowej, to nadwyżkę zamienia albo na pracę muszkułów, albo na wytworzenie mięsa lub tłuszczu ewent. mleka (lub wełny). Pasza taka nazywa się p a s z ą p r o d u k c y j n ą.

Wiemy, że materja jest niezniszczalna i że jakiekolwiekby zmiany przechodziła, nic z niej nie ginie. Zasadnicze to prawo nietylko ma znaczenie dla martwej przy-

rody, ale także dla żyjących organizmów. Ponieważ zwierzę, które ani przybiera ani traci na wadze, tyle tylko dostaje pokarmu, ile potrzeba na odnowienie zużywających się części organizmu i jego materyj zapasowych, więc ta sama ilość pierwiastków, która zawarta była w paszy bytowej, musi się odnaleźć w odchodach i wyziewach zwierzęcych. Że tak jest istotnie, o tem przekonują nas doświadczenia z zwierzętami, przeprowadzone zapomocą aparatu kontrolującego dokładnie wszystkie wydzieliny zwierząt, nietylko stałe i płynne, ale i lotne*). Jeżeli w odchodach mniej się znajduje składników, niż zawarte było w pokarmach (pasza produkcyjna), to wynika z tego, że przewyżkę pobraną w paszy zwierzę (nie dające mleka ani wełny) zużyć musiało na przyrost ciała czyli wytworzenie mięsa lub tłuszczu. Ilość przybranego mięsa i tłuszczu również obliczyć można zapomocą wyżej wspomnianego aparatu i w tym celu potrzeba tylko stwierdzić, ile wynosił przychód azotu i węgla w paszy i jaki był rozchód tych pierwiastków w wszystkich odchodach zwierzęcych. Odciągnąwszy rozchód od przychodu, wiemy, ile azotu i węgla pobranego z pokarmu w ustroju pozostało. Znając zaś skład mięsa i tłuszczu zwierzęcego nie trudno obliczyć, jaka ilość mięsa i tłuszczu przez daną paszę wyprodukowaną została. W ten sposób dodając do paszy kolejno pewną ilość białka, węglowodanów lub tłuszczu (w skoncentrowanej formie) zbadano, jak one w ustroju zwierzęcym skutkują i tak samo zbadano skuteczność całych pokarmów używanych do pasienia zwierząt. Przekonano się przytem, że te same strawne materje w różnych gatunkach paszy nie są równowartościowe. Gdy np. strawne materje w makuchach skutkowały tak samo, jak równa ilość materyj odżywczych w skoncentrowanej formie spasionych, to w otrębach skuteczność strawionych materyj była o 25% a w słomie ozimej o przeszło 60% mniejsza. Materje odżywcze były więc w pierwszym wypadku pełnowartościowe, czyli „wartościowość“ ich

*) Aparat respiracyjny Pettenkofera.

była = 100%, w drugim wypadku wynosiła tylko 75%, a w trzecim 40%. Tablica składników paszy na str. 268 podaje dla różnych gatunków paszy nietylko ilość strawnych materyj, ale także ich wartościowość.

Różnice pod względem wartościowości pochodzą ztąd, że do strawnych materyj zaliczamy nietylko rzeczywiście strawione w żołądku i jelitach, ale także i te, które w żwaczu a mianowicie w kiszkach przez bakterje rozłożone zostały na ciała lotne (metan itp.), dla odżywiania bezwartościowe. Oprócz tego przy trudniej strawnych (obfitych w włókno) pokarmach organizm więcej siły produkcyjnej zużywać musi na pracę mechaniczną przy trawieniu.

Co do poszczególnych materyj odżywczych, to wiadomem jest, że do produkcji tłuszczu, ciepła i siły zarówno białko, jak tłuszcz i węglowodany służyć mogą. Siła produkcyjna czyli skuteczność tych materyj odżywczych nie jest jednakże równa. Na mocy doświadczeń przekonano się, że 100 g skrobi wyprodukować może 24,8 g tłuszczu zwierzęcego, tak samo znane są ilości tłuszczu wyprodukowane przez inne materje odżywcze. Jeżeli na tej podstawie wyrazimy siłę produkcyjną skrobi przez 1, to siła produkcyjna białka jest = 0,94, a tłuszczu pokarmowego = 2,2.

Zapomocą innego rodzaju doświadczeń udowodniono, że zdolność wytwarzania ciepła różnych materyj odżywczych jest także nierówna i że pod tym względem zachodzi pomiędzy niemi ten sam ilościowy stosunek, co przy produkcji tłuszczu. Ponieważ, jak fizyka uczy, ciepło jest tylko odrębną formą ruchu, a siła czyli energja — tak samo jak materja — jest niezniszczalna, więc nie ulega wątpliwości, że i pod względem produkcji siły mechanicznej skuteczność materyj odżywczych jest ta sama, którą skonstatowano przy produkcji ciepła i tłuszczu.

Chcąc wyrazić w a r t o ś ć u ż y t k o w ą jakiegoś pokarmu w jednej liczbie, porównuje się skuteczność jego z skutecznością skrobi. Ponieważ 1 kg skrobi produkuje okrągło ¼ kg tłuszczu zwierzęcego, więc jeżeli ilość

tłuszczu wyprodukowaną przez jakiś pokarm pomnożymy przez 4, to otrzymamy tę ilość skrobi, która tyleż tłuszczu wyprodukować może, co dany pokarm. Liczba ta nazywa się **równoważnikiem skrobi***) i wyraża tę ilość jednostek (np. kg) skrobi, których skuteczność równa jest 100 jednostkom (= kg) danego pokarmu.

Równoważnik skrobi, który dla większej ilości pokarmów stwierdzono przez doświadczenia pastewne, można także wypośrodkować przez obrachunek. Znając siłę produkcyjną poszczególnych materyj odżywczych, oblicza się równoważnik skrobi dla zawartych w danym pokarmie strawnych materyj odżywczych z osobna i przez zesumowanie tych liczb otrzymuje równoważnik skrobi dla całego pokarmu. Przyjmuje się przytem, że węglowodany, a więc strawna ilość materyj wyciągowych i surowego włókna ma tę samą wartość, co skrobia czyli, że

zawierają		równoważnika skrobi
1 kg. strawnych węglowodanów	=	1 kg.
1 kg. strawnego tłuszczu	=	2,2 kg.
1 kg. strawnego białka (bez amidów)	=	0,94 kg.

Suma otrzymana w ten sposób przedstawia równoważnik skrobi dla wszystkich pokarmów pełno-wartościowych czyli dla tych, których wartościowość wyrażona jest w tabeli na str. 268 przez 100. Jeżeli wartościowość pokarmu jest mniejsza i wynosi np. 85, to tylko 85% z otrzymanej sumy należy uważać za równoważnik skrobi danego pokarmu lub, co na jedno wychodzi, 15% owej sumy trzeba od całości odciągnąć, a reszta, tj. 85%, pozostanie jako równoważnik skrobi.

W liczbie, wyrażającej równoważnik skrobi, objęta jest więc wartość użytkowa wszystkich strawnych materyj włącznie białka. Wiemy, że tłuszcze i węglowodany bezwarunkowo mogą się w paszy zastępować, i to w tym stosunku, że 1 część strawnego tłuszczu zastąpić może średnio 2,2 części strawnych węglowodanów. Siła

*) podług prof. O. Kellnera.

prodkcyjna strawnego białka jest mniejwięcej ta sama, co węglowodanów, lecz białko o tyle ma wyjątkowe znaczenie, że pewna jego ilość niezbędnie jest w paszy potrzebna. Pod tym względem więc i pod względem produkcji mięsa, mleka i wełny białko żadną inną materją zastąpione być nie może. Ponieważ więc białko inną rolę ma do spełnienia w ustroju, jak reszta materyj odżywczych, dlatego obok równoważnika skrobi wymienia się zawsze jeszcze ilość „s t r a w n e g o w ł a ś c i w e g o b i a ł k a“ zawartego w pokarmach. Przez właściwe białko rozumie się ciała białkowe bez amidów. Zapomocą tych dwóch liczb, tj. równoważnika skrobi i ilości strawnego właściwego białka, możemy dostatecznie scharakteryzować wartość użytkową*) każdego pokarmu.

*) Chcąc na mocy równoważnika skrobi sprawdzić w a r t o ś ć p i e n i ę ż n ą pokarmów, musimy uwzględnić, że białko odpowiednio do swego uprzywilejowanego znaczenia w odżywianiu na targu produktów pastewnych wyższą ma cenę niż węglowodany. Przez porównanie cen różnych środków pastewnych, jakie płacono w ostatnich latach przed wojną, stwierdzono, że 1 kg strawnego białka w skoncentrowanych pokarmach kosztował mniejwięcej $1^1/_2$ razy tyle, co 1 kg strawnych węglowodanów. Ponieważ w równoważniku skrobi danego pokarmu wartość białka przyjęta jest jako prawie równoznaczna z wartością węglowodanów, więc jeszcze połowę zawartości czystego białka w tymże pokarmie należałoby dodać do równoważnika skrobi, aby otrzymać liczbę wyrażającą wartość pokarmu w stosunku do powyższych cen. Jeżeli przez liczbę tę podzielimy cenę pokarmu, to przekonamy się, ile kosztuje w nim jednostka odżywcza. Mając kilka pokarmów do wyboru, możemy obliczyć, w którym z nich jednostka odżywcza wypada najtaniej. Rzecz naturalna, że porównywać można tylko ceny pokarmów, mogących się wzajemnie zastąpić a więc takich, które mają podobny stosunek materyj odżywczych i które się równo nadają do specjalnego celu pasienia, do którego są przeznaczone.

ROZDZIAŁ VIII.

ŻYWIENIE ZWIERZĄT.

Część druga.

W przeszłym rozdziale poznaliśmy składniki pokarmów, ich znaczenie i wartość dla ustroju zwierzęcego. W drugiej części nauki o żywieniu zwierząt zapoznać się musimy z poszczególnemi pokarmami czyli środkami pastewnemi, które służą na paszę dla zwierząt, i z układaniem odpasów stosownych dla różnych celów produkcji.

1. Środki pastewne.

Pasza zwierząt składa się z różnych pokarmów, czyli środków pastewnych, które podzielić można na trzy grupy:

1) pokarmy objętościowe, do których należy zielona pasza, sucha pasza i kiszona pasza;

2) kłęby i korzenie roślin okopowych i ich odpadki fabryczne;

3) pokarmy ścisłe czyli skoncentrowane, do których zaliczają się ziarna i ich odpadki oraz pokarmy pochodzenia zwierzęcego.

Zielona pasza. Młode rośliny, będące w świeżym stanie, odznaczają się wysoką zawartością wody, która wynosi 70—90% ich wagi, i jest tem większa, w im młodszym okresie wegetacji rośliny są sprzątane. Wraz z rozwojem rośliny zawartość wody się zmniejsza a wzrasta ilość substancji suchej i równocześnie zmienia się także chemiczny skład substancji suchej. Im młodsze bowiem rośliny, tem bogatsze stosunkowo są w proteinę i tem

mniej zawierają włókna; z postępem zaś wegetacji zawartość włókna ciągle wzrasta, a w miarę tego zmniejsza się procentowa zawartość białka. Największe zmiany w składzie chemicznym roślin dokonują się w czasie perjodu kwitnięcia. Ponieważ skutkiem zdrewnienia tkanek strawność białka także się obniża, dlatego jasnem jest, że żyzność zielonej paszy jest tem mniejsza, im dalej wegetacja roślin postąpiła. Tabela na str. 268 podaje nam skład chemiczny koniczyny czerwonej, w trzech okresach sprzątanej, i obliczoną w niej na podstawie analizy ilość strawnych materyj. Podobnym zmianom podlegają mniej lub więcej wszystkie rośliny pastewne, najmniej wszakże seradella, przelot, koniczyna biała, chmielowata i szwedzka. Z wyjątkiem tych ostatnich roślin, których masa w czasie kwitnięcia znacznie się powiększa, najkorzystniej będzie sprzątać rośliny pastewne na początku okresu kwitnięcia. — Ziemie z natury bogate w azot lub zasilone nawozami azotowemi wydają obfitą w białko paszę, również i korzystne stosunki klimatyczne a mianowicie położenie słoneczne i obfitość opadów przyczyniają się do podwyższenia dobroci paszy.

W zielonym stanie spasamy rozmaite rośliny, z których najważniejsze są: trawa pastwiskowa, lucerna, różne gatunki koniczyny, mięszanka z wyką, seradella, kukurydza, liście buraczane, dalej zielone żyto (z rzepakiem lub wyką piaskową), trawy (z koniczyną), esparceta, sporek, tatarka, gorczyca. Niektóre rośliny, jak młoda lucerna, koniczyna czerwona i inne, są tak obfite w proteinę, że przy wyłącznem ich spasaniu pasza nie zostaje należycie wyzyskana: natomiast zbyt ostarzała i zdrewniała zielona pasza może mniej zawierać białka, niż potrzeba do normalnego wyżywienia inwentarza. W pierwszym razie zaleca się celem lepszego wyzyskania białka mięszać zieloną paszę z $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{5}$ częścią słomy, w ostatnim zaś razie należy dodawać albo siana, albo skoncentrowanej paszy (np. śrótu zbożowego). Kukurydza różni się tem od innych roślin pastewnych, że zawiera znacznie mniej białka, niż tamte i dlatego może

być korzystnie spasana tylko z inną obfitą w białko paszą.

Zielona pasza z młodych, soczystych roślin działa cokolwiek rozwalniająco, na co uważać należy mianowicie przy przejściu z zimowej paszy na latową, które odbywać się powinno nie nagle, lecz stopniowo. Również wystrzegać się należy wypędzania bydła (z próżnym żołądkiem) na rosą lub szronem okryte pastwisko. Wielka ostrożność nakazana jest przy spasaniu młodej, niezakwitłej jeszcze koniczyny; pasza ta bowiem chciwie przez bydło jedzona, skoro się w większych masach nagromadzi w żołądku, zaczyna silnie fermentować, przyczem tworzy się wielka ilość gazów, które powodują bardzo groźne u zwierząt wzdęcie. Najniebezpieczniejsza pod tym względem jest koniczyna czerwona, chociaż i wszelkie inne młode, a wybujałe rośliny mogą ten sam skutek wywołać. Aby tego uniknąć, należy bydła nie wypędzać na czczo na koniczynę, w stajni zaś zieloną paszę mięszać ze słomą, lub tylko w małych porcjach zadawać i nie poić zaraz po jedzeniu. Jeżeli pasza została zmoczona deszczem, wtenczas należy ją bezwarunkowo spasać wspólnie z suchą paszą. Również szkodliwą jest zielona pasza, która skutkiem dłuższego leżenia lub złożenia na zbyt wielkie kupki sama się zagrzała.

Dobre, nie ostarzałe p a s t w i s k o i zielona pasza z traw łącznych zadawana w stajni wpływają bardzo korzystnie na stan zdrowia zwierząt, a to z powodu wielkiej strawności młodych roślin. Skutkiem wielkiej ilości zawartej w sobie wody zielona pasza — o ile zawiera dostateczną ilość proteiny — działa znakomicie na wydajność mleka, pastwisko zaś jest nieocenione dla młodocianego inwentarza. Natomiast przy natężonej pracy i przy szybkiem tuczeniu zwierząt wyłączne żywienie zieloną paszą niezupełnie jest wystarczające. Pasza z zielonej k o n i c z y n y, l u c e r n y i w y k i nie jest tak zdrowa jak trawa łączna, gdyż posiada własności rozpalające. Rośliny te są stosowniejsze na paszę dla bydła, niż dla koni i owiec, a młodym i ciężarnym zwie-

rzętom tylko w ograniczonej ilości zadawać je należy. Liście buraczane są odpowiednią paszą dla wyrosłego bydła i owiec. Odznaczają się one wielką obfitością soli mineralnych i kwasu szczawiowego, który działa silnie rozwalniająco, a poniekąd nawet objawy zatrucia wywołać może. Dlatego jako wyłączna pasza liście buraczane się nie nadają, a przy spasaniu większych ilości pożytecznie jest dodawać na 100 kg. liści 100 g kredy szlamowanej.

Sucha pasza, do której należy siano, słoma, plewy i strączyny, zawiera tylko około 15% wody i odznacza się przedewszystkiem obfitością włókna.

Jakość siana, jak to pokazuje tabela może być bardzo rozmaita. Te same względy, od których zależna jest żyzność paszy zielonej, niemniej i przy sianie ważną odgrywają rolę; najważniejszym jest więc okres wegetacji roślin w chwili sprzętu a oprócz tego pogoda podczas sprzątania, wreszcie sposób suszenia i przechowania siana. Siano np., które dłuższy czas leżało na deszczu, nietylko traci znaczną część materyj odżywczych przez wyługowanie, ale pozbawione zostaje najwięcej wartościowych, gdyż najłatwiej strawnych składników. Niezależnie od składu chemicznego dobroć siana łącznego zależna jest od gatunku roślin, z których ono się składa; siano jest tem lepsze, im mniej zawiera kwaśnych traw a tem obfitsze jest w białko, im więcej roślin strączkowych w niem się znajduje. Drugie cięcie, zwane potrawem, jeżeli dobrze sprzątnięte, jest pożywniejsze i łatwiej strawne, niż siano pierwszego cięcia. Najlepsze siano przeznacza się zawsze dla młodego inwentarza (źrebaków, cieląt) i dla owiec, najgorsze zaś dla bydła. Siano z koniczyny, lucerny i roślin strączkowych (motylkowatych) jest bardzo obfite w białko, jeżeli, co się często zdarza, przy sprzęcie jego nie okruszyło się zbyt wiele liści, które są najpożywniejszą i najdelikatniejszą częścią paszy. Siano z tych roślin jednakże nie jest tak zdrowe, jak siano łączne, to też dla młodych zwierząt nie jest stosowną paszą, a ciężarnym, lub kar-

miącym matkom również zbyt wiele dawać go nie można; natomiast na mleczność krów wpływa znakomicie. Wszelkie świeżo sprzątnięte siano, zanim się wypoci, zawiera szkodliwe dla zwierząt własności, to też nie należy go paść przed 4—8 tygodniami lub w ostatecznym razie mięszać ze starem sianem.

Z różnych gatunków słomy najuboższa w materje odżywcze i najtrudniej strawna jest słoma zbóż ozimych, zwłaszcza żytnia, słoma zaś z jarzyn jest pożywniejsza, a mianowicie obfitsza w białko. Jeszcze więcej białka zawiera słoma roślin strączkowych, lecz nie jest zbyt smaczna i łatwo powoduje zatwardzenie; najcenniejsza jest słoma z seradelli. Ponieważ słoma roślin strączkowych dla koni jest zbyt twarda, więc przeznacza ją się dla bydła i owiec. Dla koni najstosowniejsza jest słoma owsiana i ewent. żytnia, dla bydła lepsza jest jęczmienna i pszenna. Słoma zbożowa*) zyskuje znacznie na wartości, jeżeli jest przerośnięta koniczyną. Słoma z łubinu i roślin olejnych służyć może tylko na pokarm dla owiec.

Plewy i strączyny mają w ogólności większą wartość odżywczą, niż słoma, z wyjątkiem plew jęczmiennych, które z powodu swych ostrych ości niezdatne są na paszę. Strączyny zaś co do pożywności dorównują sianu. To też plewy i strączyny mogą z korzyścią zastąpić część słomy i siana przy pasieniu bydła i owiec; plewy pszenne i owsiane (byle nie zakurzone) są dobrą paszą dla starszych źrebaków. Również i dla świń plewy (parzone) są odpowiednim dodatkiem do paszy, a najlepiej do tego nadają się plewy seradelli i koniczyny.

Sucha pasza stanowi główną masę zimowej paszy

---

*) Skutkiem dotkliwego braku paszy podczas wojny chwycono się środka roztwarzania słomy w tym celu, aby zawarte w niej substancje uczynić łatwiej strawne i podnieść ich wartość odżywczą. Najwięcej zalecany sposób roztwarzania polega na gotowaniu słomy z ługiem sodowym i następnem wypłukaniu. Roztworzona słoma ma 2 do $2^1{}_3$ razy taką wartość pastewną jak zwykła słoma, lecz jednostka odżywcza w niej wypada drożej, niż w tej ostatniej. Wartość nawozowa zaś roztworzonej słomy jest znacznie niższa, gdyż większa część substancyj mineralnych i azotu zostaje z niej wypłukana.

inwentarza. Wysoka zawartość włókna czyni ją twardą i szorstką, i jako taka wywiera ona mechaniczny wpływ na ściany przewodu pokarmowego, przez co pobudza je do obfitszego wydzielania soków trawiących; w braku jej utworzyłaby się w żołądku lepka masa, która stałaby się powodem zamulenia kiszek. Skutkiem znacznej swej objętości sucha pasza stanowi także balast potrzebny do wyładowania żołądka. To też przy zimowem pasieniu inwentarza dostateczna ilość suchej paszy jest koniecznie potrzebna, lecz z drugiej strony ilość jej w paszy nie powinna przekraczać pewnej granicy, a ilość ta zależna jest od natury zwierząt i od poszczególnych warunków pasienia. U zwierząt ciężarnych np. zbyt wielka objętość suchej paszy może stać się powodem porzucenia płodu; młode zwierzęta, u których żołądek jeszcze mało jest rozwinięty, potrzebują także więcej treściwej paszy niż starsze. W jednym i drugim więc razie należy pasienie słomy o ile możności ograniczyć, a suchą paszę przeważnie albo wyłącznie podawać w formie dobrego siana. Przy opasaniu inwentarza, gdzie staramy się nakłonić zwierzęta do spożywania jak największej ilości skoncentrowanych pokarmów, zmniejszamy także dawkę suchej paszy. Średnio zjadają zwierzęta gospodarcze 12—15 kg. suchej paszy na 1000 kg. żywej wagi; najwyższa dawka (u bydła) wynosi 30 kg.; n a j m n i e j zaś potrzebują: bydło 8 kg., konie 6 kg., a owce 10 kg. na 1000 kg. żywej wagi. Jeżeli tej ilości suchej paszy gospodarstwo nie ma do dyspozycji, wtenczas albo należy jej dokupić albo zmniejszyć ilość inwentarza. Świnie suchej paszy wogóle nie potrzebują i z wyjątkiem plew nie znoszą jej wcale.

Kiszona pasza. Pokarmy wodniste, których w świeżym stanie spaść się nie zdąży, a ususzyć dla spóźnionej pory lub z innych powodów nie można, dają się zakonserwować przez z a k w a s z a n i e czyli kiszenie. W ten sposób przechowuje się liście buraczane, zielone łęty, późną zieleninę (kukurydzę), kartofle parowane lub surowe, wszelkie inne okopowe, wreszcie odpadki z cukrowni i mączkarni.

Zakwaszanie paszy odbywa się pod wpływem bakteryj produkujących kwas mleczny, który nadaje kiszonce charakterystycznego smaku i zapachu i chroni ją przed zepsuciem. Zmiany, które się dokonują podczas zakiszania paszy, polegają na tem, że w żyjących jeszcze roślinach komórki odbywają proces oddychania, przez co temperatura paszy się podnosi, a składniki jej częściowo rozłożone zostają (na kwas węglowy i wodę). Równocześnie różne gatunki bakteryj rozpoczynają swą działalność. Najważniejsze z nich są bakterje kwasu mlecznego, lecz oprócz nich rozwijają się także bakterje kwasu masłowego, octowego i inne. Te ostatnie jednakże ustępują wkrótce miejsca bakterjom kwasu mlecznego, które w masie roślinnej pozbawionej przystępu tlenu, a zawierającej dostateczną ilość cukru (lub skrobi) znajdują korzystne warunki rozwoju. Udanie się kiszonki zależne jest więc od tego, aby w nagromadzonej paszy bakterjom kwasu mlecznego zapewnić przewagę nad innemi drobnoustrojami. Dzieje się to przez możliwe odcięcie powietrza i przez urządzenie nieprzepuszczalnych dołów do kiszenia paszy. Bakterje kwasu mlecznego zamieniają bowiem cukier i skrobię zawarte w paszy na kwas mleczny, którego ilość w kiszonce wynosi normalnie 1—2%. Ilość ta kwasu mlecznego wystarcza, aby powstrzymać dalszy rozwój bakteryj, i z tego powodu pasza taka, o ile nie jest wystawiona na przystęp powietrza, trzyma się bez zmiany przez kilka lat. Ponieważ jednakże kwas mleczny jest w wodzie rozpuszczalny, więc z przepuszczalnych dołów łatwo zostaje przez deszcze wypłukany, a w miarę tego wpływa do paszy powietrze i rozwijają się szkodliwe bakterje. Bakterje te produkują kwas masłowy, octowy i inne substancje (metan), które psują smak kiszonki i nadają jej nieprzyjemnej woni, a przy zbyt obfitym przystępie powietrza spowodować mogą zepsucie (spleśnienie lub zgnicie) paszy*).

*) Bakterje gnilne znajdują korzystne warunki rozwoju w paszy ubogiej w węglowodany a obfitej w białko, które rozkładają na amidy i amoniak; temu przypisać należy, że kiszenie koniczyny lub wyki często się nie udaje.

Oprócz kwasów organicznych bakterje produkują także kwas węglowy, przez co znaczna część substancji organicznej rozłożona zostaje. Skutkiem tego zmniejsza się nietylko objętość paszy ale i ilość materyj odżywczych, a strata wynosić może od ⅓ do przeszło połowy strawnych składników paszy.

Celem uniknięcia tych strat należy wymurować doły do paszy z nieprzepuszczalnemi ścianami i spodem. Ściany powinny wystawać o ½ metra ponad powierzchnię, aby ani woda ani ziemia nie mogła dostawać się do paszy. Odpowiednia wielkość dołów jest 3 metry szeroka i 2 metry głęboka, a długość nie większa niż taka, aby pasza zawarta w dole mogła być w przeciągu kilku tygodni spasiona. Praktycznie byłoby zakładać po dwa doły obok siebie, aby miały wspólną środkową ścianę, a dla ochrony przed deszczem zalecałoby się umieścić je pod dachem*). W dole należy paszę starannie warstwami układać i deptać — mianowicie nad ścianami — aby ile możności wypędzić z niej atmosferyczne powietrze i nie dopuścić do rozwoju szkodliwych bakteryj i zbyt silnego zagrzania się a nawet żepsucia paszy. Do deptania można użyć wołu lub konia. Celem lepszego ubicia zaleca się grubsze materjały, jak kukurydzę, porznąć na długą sieczkę, okopowe zaś posiekać, a kartofle najlepiej uparować. (Jeżeli kartofle były namarznięte lub nabolałe, to należy je poprzednio opłukać, aby usunąć nadpsute części.) Dodatek soli przy kiszeniu jest zbyteczny, przesypywanie sieczką lub plewami potrzebne jest tylko przy siekanych kłębach i korzeniach okopowych, aby sok z nich nie odciekał. Układanie paszy odbywać się może nawet podczas deszczu, w każdym razie jednakże należy robotę prowadzić możliwie bez przerwy aż do zapełnienia dołu i natychmiast go przykryć. Przykrycie dołu również musi być nieprzepuszczalne, a więc składać się powinno z szczelnie przy-

---

*) Voltz w „Jahrbuch der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft" r. 1917.

legających desek albo z tektury, na co przychodzi warstwa gliny (rozrobionej z wodą) na 5 cm, a na to warstwa ziemi lub piasku na 30 cm; w braku gliny warstwa ziemi powinna być 75 cm gruba*). Fermentacja paszy trwać może 6—8 tygodni zależnie od warunków rozwoju bakteryj, a po upływie tego czasu kiszonka jest do pasienia gotową.

Przy starannem kiszeniu paszy w cementowanych dołach można straty materyj odżywczych ograniczyć na 10—15% strawnych substancyj, co jest rezultatem bardzo dobrym, gdyż nie przekracza tych strat, które przy zwykłem suszeniu, np. siana, powstają. Ale jeszcze i ponad to dadzą się straty o kilka procent zmniejszyć, jeżeli paszę zaszczepimy sztucznie wyhodowanemi bakterjami kwasu mlecznego. Bakteryj potrzeba około ½ kg. na 100 kg. paszy, a rozdziela je się zapomocą konewki do polewania podczas układania paszy w dole. — Możliwe jest także, choć z niemałemi stratami połączone, kiszenie na powierzchni ziemi, które się praktykuje przy konserwowaniu liści buraczanych. Jest to sposób o tyle dogodny, że podczas pilnych robót jesiennych nie potrzeba liści zbyt daleko odwozić, i daje tę korzyść, że można od razu wozami wjeżdżać na kupę i przez to doskonale ubić całą masę. Koniecznem jest przytem mogiłę ze wszystkich stron dokładnie okryć ziemią i ciągle mieć na oku, aby wszelkie szpary, które w miarę usiadania paszy utworzą się w nakryciu, zaraz zasypać ziemią i przydeptać.

Kiszona pasza jest najstosowniejsza dla bydła a mianowicie dla krów w ilości do 20 kg. na sztukę, opasom można ją dawać w większej ilości.

Do konserwowania zielonej paszy polecane są także prasy, zapomocą których otrzymuje się t. zw. słodką kiszonkę. Sposób ten jest tylko odmienną formą kiszenia w dołach, a ciśnienie, które się tam osiąga przez nakrycie ziemią, wywołuje się tu zapomocą odpowiednio skonstruowanej prasy. Otrzymana w ten sposób pasza

*) Voltz, jak wyżej.

jest mniej lub więcej podobna do zwykłej kiszonki, a strata w substancji suchej przy tejże metodzie może więcej nawet wynosić, niż w przypuszczalnych dołach*).

Okopowe i ich odpadki fabryczne. Korzenie i kłęby roślin okopowych, do których zaliczają się kartofle, buraki, marchew, brukiew i inne, zawierają 70—95% wody i obfite są w węglowodany a ubogie w białko i włókno.

Kartofle odznaczają się obfitością skrobi, której zawartość wahać się może od 14—24%. W stanie surowym posiadają one własności ostre, które wywołują obfite wydzielanie soków w przewodzie pokarmowym i stają się często powodem zaburzeń żołądka i kiszek (rozwolnienie, wzdęcie, kolka). Najwraźliwsze pod tym względem są konie, potem owce, a najmniej bydło rogate. To też chcąc paść kartofle w większej ilości należy zwierzęta zwolna do nich przyzwyczajać, a przy przechodzeniu do innej paszy stopniowo odzwyczajać. Kartofle są najodpowiedniejszym pokarmem dla opasowego bydła i owiec, które największe dawki znoszą, tj. pierwsze 60 kg., a drugie 40 kg. kartofli na 1000 kg. żywej wagi. Krowami można je także z korzyścią spasać, lecz nie w większej ilości niż 25 kg. na 1000 kg. Im wyższe są dawki kartofli, tem więcej unikać należy dodatku pokarmów, które również podrażniają organa trawienia (jak kuch rzepiowy, melasa, kiełki słodowe), natomiast pożądanym jest wpływ łagodnie działających pokarmów, np. niektórych makuchów. Dla młodych zwierząt kartofle nie są zdrową paszą. Koniom mała ilość kartofli (do 5 kg. na sztukę) służy bardzo dobrze, przy większych ilościach konie pocą się i stają się mniej wytrzymałe. Koniom roboczym można jednakże w czasie lżejszej pracy ⅓ część (lub więcej) obroku zastąpić kartoflami dając za 1 kg. ziarna 4—5 kg. kartofli. W każdym razie

---

*) Do kiszenia paszy używane są także na wzór amerykański budowane okrągłe wieże (t. zw. silo nadziemne), które zapełnia się zapomocą elewatorów lub innych przyrządów mechanicznych. Pasza w tych wieżach zakwasza się znakomicie, lecz całe urządzenie wymaga znacznego nakładu kosztów.

pasienie kartofli końmi połączone jest z ryzykiem, gdyż często wywołuje kolkę. Mniej ryzykowne jest spasanie kartofli parowanych, lecz i tu środki ostrożności są potrzebne, gdyż parowane kartofle łatwo kisną i dlatego na czyste utrzymanie (bielenie) koryt itd. baczyć należy. Obok kartofli powinny konie dostawać większą dawkę siana. Dla świń kartofle stanowią znakomitą paszę, lecz tylko w stanie gotowanym lub parowanym, gdyż surowe kartofle świnie źle trawią*). Kiełki kartoflane zawierają znaczną ilość trującego alkaloidu, zwanego *solaniną;* w danym razie więc nieobrane z kiełków kartofle są dla wszystkich zwierząt nadzwyczaj szkodliwe.

W burakach pastewnych większa część węglowodanów składa się z cukru trzcinowego, który ma trochę niższą wartość użytkową niż skrobia, zapewne dlatego, że pewna część cukru w przewodzie pokarmowym (zwłaszcza u przeżuwaczy) rozłożona zostaje przez bakterje. Buraki pastewne działają korzystnie na wydajność mleka i są wogóle bardzo dobrą paszą dla bydła, tak iż nawet cielętom (począwszy od trzech miesięcy) dawać je można. Również używane są buraki przy tuczu bydła i owiec, jako i dla wołów roboczych, i można ich tyle mniej więcej dawać, co kartofli. Dla koni buraki pastewne są mniej stósowne, świniom najlepiej dawać je parowane (razem z wyciekającym z nich sokiem).

Z innych gatunków okopowych odznacza się marchew tem, że nadzwyczaj korzystny wpływ wywiera na zdrowie zwierząt i z tego powodu jest wybornym środkiem dyetetycznym i znakomitą paszą dla młodego inwentarza (zarówno cieląt, jak źrebaków). Również i dla koni dodatek marchwi do paszy, chociażby przez kilka tygodni na wiosnę (lub jesień), jest jako prezerwatywa przeciwko zołzom bardzo polecenia godny. Najwyższa dawka marchwi dla koni jest 10 kg., dla opasowego bydła 40 kg. na sztukę. Brukiew jest dobrą

*) Woda, w której kartofle się gotują, lub która przy parowaniu ich się kondensuje, zawierać może szkodliwe substancje, i dlatego do paszy dodawać jej nie należy.

paszą dla krów, lecz przy dawkach większych niż 10 kg. mleko i masło nabiera nieprzyjemnego smaku. Opasom można dawać 40 kg. brukwi na sztukę.

Okopowe są obok suchej paszy podstawą zimowego pasienia inwentarza, a mianowicie są one przy tuczu i produkcji mleka znakomitą paszą; przy odżywianiu młodocianego inwentarza w mniejszych ilościach również działają korzystnie, mniej zaś odpowiednie są dla zwierząt roboczych. Z powodu wysokiej zawartości wody okopowe działają lekko rozwalniająco a zarazem stanowią znakomite uzupełnienie suchej paszy. Koniecznym jednakże jest przytem odpowiedni dodatek skoncentrowanych pokarmów, aby osiągnąć dostateczną ilość białka w paszy. Kłęby i korzenie są bardzo łatwo strawne a ponieważ nie zawierają prawie wcale części niestrawnych, które jako balast w żołądku służyćby mogły, dlatego w większej ilości spasane wpływają osłabiająco na narząd trawienia. Z tego powodu nie należy więcej, jak ¼—⅛ spasanej dziennie substancji suchej dawać w postaci okopowych, resztę zaś w formie suchej (i ścisłej) paszy.

W gospodarstwach fabrycznych lub buraczanych miejsce okopowych zastępują po większej części ich odpadki fabryczne; wszystkie zaś codopiero przytoczone uwagi co do okopowych stosują się także do odpadków z nich. Odpadki te jednakże są jeszcze bardziej wodniste niż okopowe i dlatego dla koni i młodych zwierząt są zupełnie niestosowne, dla ciężarnych zwierząt w większej ilości mogą być szkodliwe; w każdym zaś razie można je tylko spasać przy znacznej dawce suchej paszy, która pod żadnym warunkiem nie powinna wtedy mniej wynosić niż 10 kg. na 1000 kg. żywej wagi. Zawartość odpadków fabrycznych podlega znacznym różnicom zależnie od sposobu fabrykacji a ztąd wartość ich odżywcza może być bardzo rozmaita.

Najwięcej wodnisty ze wszystkich pokarmów jest wywar; w gospodarstwach z gorzelnią jednakże stanowi on nader cenną paszę, ponieważ posiada bardzo ko-

rzystny stosunek odżywczy i zawiera mniej materyj bezazotowych, a znacznie więcej białka, niż kartofle. Z wyjątkiem młodzieży można wywar dawać wszelkiemu inwentarzowi, najstosowniejszy zaś jest dla krów mlecznych i opasów, najmniej odpowiedni dla koni. Dla bydła przeznacza się nie większą ilość, jak 40—60 litrów, dla owiec i świń 2—3 litrów a koniom najwyżej 10—15 litrów dziennie na sztukę. Koniom przy ciężkiej pracy, również karmiącym i ciężarnym zwierzętom najlepiej wcale wywaru nie dawać, gdyż powoduje on często choroby narządu trawienia, porzucenie płodu i inne objawy. Wywar należy paść zawsze w stanie możliwie gorącym, ponieważ skoro ostygnie, zaczyna kwaśnieć i nabiera szkodliwych własności. Wszelkie koryta i baseny przy pasieniu wywarem należy czyścić nadzwyczaj starannie i co tydzień w celu odkwaszenia wybielić wapnem.

Odpadki z cukrowni, czyli wytłoki, zarówno świeże jak kiszone, nie są tak dobrą paszą, jak wywar, a mianowicie zawierają znacznie mniej białka. Pomimo to jednakże są one bardzo cenione jako pasza dla bydła i owiec, i mają tę zaletę, że przez cały rok można je mieć do dyspozycji. Opasy mogą dostawać dziennie: bydło 80 kg., owce 60 kg. wytłoków, krowy najwyżej 40 kg. na 1000 kg. żywej wagi. Zwierzęta ciężarne powinny mniejszą ilość wytłoków dostawać, gdyż pod względem dietetycznym nie działają one korzystnie. — Odpadki z mączkarni, t. zw. włókno kartoflane czyli pulpa, służyć mogą na paszę dla tucznego bydła, trzody i ewent. dla krów, dla owiec mniej są odpowiednie; mają one bardzo małą wartość odżywczą i najlepiej paść je parowane (lub kiszone).

Wszystkie powyższe odpadki fabryczne są tak wodniste, że o ile nie zostaną zaraz spasione, szybko ulegają zepsuciu. Chcąc je zakonserwować, należy je albo zakisić, albo ususzyć czyli pozbawić nadmiernej ilości wody przez ogrzewanie, do czego służą urządzenia fabryczne różnych systemów, t. zw. suszarnie. Do wyrobu suszonych produktów pastewnych przeznacza się nie-

tylko odpadki fabryczne, jak wytłoki, włókno kartoflane, wywar (zbożowy), słodziny, lecz także kartofle, liście buraczane, łęty i zieloną paszę. Z produktów tych najwięcej rozpowszechnione są **suszone wytłoki**, które używane są na paszę dla bydła i owiec, nawet młodszych, a wyjątkowo także dla koni i trzody. Skutkują one również dobrze jak mokre wytłoki, lecz inwentarz mniej chętnie je jada. Suszonych wytłoków daje się $^1/_{10}$ tej ilości, którą się pasie wytłoków mokrych, młodszemu bydłu 0,5— 2 kg., a świniom 0,75—1,5 kg. na sztukę. Konie zwykle ich jeść nie chcą, lecz można je do nich przyzwyczaić dochodząc aż do 2,5 kg. na sztukę. Ponieważ wytłoki suche chciwie przyciągają wodę i przytem znacznie powiększają swą objętość, dlatego zaleca się przed użyciem ich na paszę zwilżyć je wodą; w mniejszych ilościach można je paść w stanie suchym, dla świń zaś korzystnie jest, zamoczyć je w odtłuszczonem mleku lub serwatce. Zamiast zwykłych wytłoków dostarczają niektóre cukrownie wytłoków cukrowych (podług metody Steffena), które zawierają 30—35% cukru i są bardzo dobrą i chętnie spożywaną paszą dla wszystkich zwierząt gospodarczych. — Do najważniejszych wyrobów przemysłu suszarnianego należą **suszone kartofle**, które znane są pod dwiema postaciami, tj. jako płatki kartoflane i krajanka. Pierwsze wyrabiane są z parowanych kartofli i stanowią znakomitą paszę dla wszelkich zwierząt, nie wyłączając koni i młodzieży. Krajanka, która jest produktem z suszonych surowych kartofli, nie ma tyle zalet co płatki i jest mniej wypróbowana, lecz skuteczność jej także zdaje się być dobrą.

Z odpadków fabrycznych przy przeróbce okopowych pozostaje do omówienia **melasa**. Jest to nadzwyczaj gęsty i lepki płyn, stanowiący resztę soku buraczanego, pozostałego przy fabrykacji cukru. Melasa zawiera 45—50% cukru i pewną ilość składników azotowych, składających się prawie wyłącznie z amidów itp. Oprócz tego posiada melasa wysoką zawartość soli mineralnych (przeważnie sody i potażu) i z tego powodu oraz z po-

wodù znacznej ilości rozpuszczonego cukru wywołuje ona łatwo biegunkę. Dlatego melasę ostrożnie paść należy, a więc inwentarz powoli do niej przyzwyczajać, a młodym i ciężarnym zwierzętom wcale jej nie dawać. Dalej należy melasę przy pasieniu starannie rozdzielać, co jest tylko możliwem, jeżeli rozrzedzi ją się dostateczną ilością ciepłej wody. Wszystkie zwierzęta melasę chciwie jedzą, a dalszą jej zaletą jest, że jako pasza dla koni jest prezerwatywą przeciwko kolce. Spasa się melasę w ilości 2,5—4 kg. dziennie na 1000 kg. żywej wagi, przyczem najniższa dawka odnosi się do koni i krów, najwyższa do opasów (bydła, owiec, świń). Ponieważ rozdzielanie płynnej melasy połączonem jest z wielkiemi niedogodnościami, dlatego mięsza się fabrycznie melasę z różnemi suchemi materjałami. Powstają w ten sposób mięszanki melasy z mąką palmową, kokosową, kiełkami kukurydzy, otrębami pszennemi i suszonemi: słodzinami, wywarem zbożowym i wytłokami; zawierają one około 50% melasy. Mniejszą (procentowo) ilość melasy da się zmięszać z mokremi wytłokami i wspólnie z niemi ususzyć. Oprócz tego mięszają także melasę z sieczką a nawet z torfem mielonym, który jest wprawdzie dla odżywiania bezwartościowy, lecz największą ilość, bo około 75% melasy pochłonąć może. Melasa we wszystkich tych mięszankach skutkuje tak samo, jak w stanie płynnym i zależy tylko na tem, aby materjał, z którym jest zmięszana — o ile ma wartość pokarmową — był zdrowy i niesfałszowany.

Ziarna należą z powodu wysokiej zawartości materyj odżywczych do ścisłej czyli posilnej paszy. Ziarna zbożowe odznaczają się średnią zawartością białka i obfitością łatwo strawnych węglowodanów (skrobi), ziarna groszkowe czyli strączkowe zawierają znaczną ilość białka; nasiona olejne obfite są w białko i tłuszcz.

Z ziarn zbożowych najwięcej cenioną paszą jest owies. Ziarno jego otoczone jest łuską, która pod względem zawartości materyj odżywczych niewiele różni się od słomy. Ponieważ stosunek wagi i łuski do ziarna

jest bardzo zmienny zależnie od odmiany, nawożenia itd., więc skład chemiczny owsa znacznie większym podlega wahaniom, niż wszelkich innych ziarn. Od reszty ziarn zbożowych — z wyjątkiem kukurydzy — odróżnia się owies większą zawartością tłuszczu, dalej zawiera on wielką ilość surowego włókna, które przy trawieniu jest pożądanym czynnikiem. Oprócz tego znajdować się ma w owsie pewien alkaloid, zwany *aweniną*, któremu przypisują ożywczy wpływ, jaki owies wywiera na organizm zwierzęcy. Dlatego owies uchodzi za najzdrowszą paszę i jest dla koni i młodego inwentarza znakomitym pokarmem, którego nic zastąpić nie zdoła. Wpływa on nadzwyczaj korzystnie na produkcję wszelkiego rodzaju, lecz dla mlecznego i tucznego inwentarza rzadko jest używany, ponieważ zwykle na ten cel jest za drogi. Koniom daje się zwykle owies w całem ziarnie, pomięszany ze sieczką; owies śrótowany (lub gnieciony) lepiej wprawdzie syci, lecz mniej ożywczo działa na temperament zwierząt. Świeżo sprzątnięty niewypocony jeszcze owies jest dla koni szkodliwy i, o ile go się spasa, należy go mięszać ze starem zbożem. Kukurydza służy jako pasza dla inwentarza tucznego i pod tym względem u bydła i owiec korzystnie oddziałuje na smak mięsa, u świń, jeżeli w większej ilości spasana, ujemnie wpływa na jakość mięsa i sadła, tak samo jako pasza dla krów w większych dawkach niekorzystnie działa na smak masła. Koniom można przynajmniej połowę obroku dać w formie kukurydzy, przy obfitszem spasaniu konie łatwo się pocą i stają ociężałe. Dla źrebaków i cieląt nadaje się kukurydza z powodu swych tuczących własności tylko jako dodatkowy pokarm. Znakomitą paszą dla wszelkich opasów (mianowicie przy końcu tuczenia) jest jęczmień, a przy tuczu świń ma on pierwszeństwo przed każdem innem ziarnem, gdyż daje znakomite mięso i sadło. Świnie wogóle jęczmień lepiej trawią, niż inne gatunki zwierząt i liczy się, że przy tuczu ich 4 kg. jęczmienia powinny wydać 1 kg. przyrostu na wadze. Jęczmień i prosiętom służy bardzo dobrze i nadaje się również dla krów dojnych; u koni więcej wpływa na wy-

pełnienie ciała niż na energię, i dlatego nie zaleca się więcej niż 1/3—1/2 owsa zastąpić jęczmieniem. Żyto uchodzi za paszę, która korzystniej działa na siłę mięśni niż na opasanie, lecz paść je można tylko ostrożnie i w mniejszych ilościach, gdyż pęcznieje mocno w żołądku i powoduje zaburzenia w przewodzie pokarmowym i zgęszczenie krwi. To też konie tylko najwyżej połowę obroku mogą dostać pod postacią żyta, dla wołów roboczych i opasowego inwentarza również umiarkowane dawki żyta są stosowne. Mniej zdatna dla zwierząt roboczych niż dla opasów jest pszenica, przy której spasaniu te same środki ostrożności zachować trzeba co przy życie, a przedewszystkiem stopniowo przyzwyczajać inwentarz do nowego pokarmu, co zresztą przy każdej zmianie paszy i dla wszystkich zwierząt jest ważne. — Największą dawkę ziarn zbożowych, tj. 5—10 kg. znoszą konie przy ciężkiej pracy, krowy mleczne 1—2 kg., opasowe bydło 3—4 kg., tuczne świnie 1½—3½ kg., owce ¼—½ kg. na sztukę.

Z ziarn strączkowych wyka, bobik i groch mało się między sobą różnią pod względem składu chemicznego. Jako pasza mają własności odymające i powodują zatwardzenie oraz zgęszczenie krwi; najsilniej w tym kierunku działa wyka a w najmniejszym stopniu bobik. Ziarna powyższe nadają się przedewszystkiem do tuczu wszelkich gatunków zwierząt, dalej do produkcji mleka, a koniom przy ciężkiej robocie można połowę ziarna dawać w formie ziarn strączkowych. U krów dojnych wyka ujemnie ma wpływać na wydajność mleka, co jednakże nie jest dokładnie stwierdzone. Przy wychowie młodego inwentarza dodatek ziarn strączkowych do paszy korzystnie działa na rozwój zwłaszcza słabych zwierząt; pod tym względem jednakże wyka mniej jest stosowna, groch zaś odpowiedniejszy jest niż bobik. Łubin posiada najwyższą zawartość białka wśród ziarn strączkowych, a zarazem odznacza się znaczną ilością tłuszczu, lecz z powodu gorzkiego smaku dla niektórych zwierząt jest wstrętny, a nawet szkodliwy; oprócz tego

zawiera łubin czasami trującą substancję, t. zw. *iktrogenę*, która wywołuje niebezpieczną chorobę u zwierząt, zwaną lupinozą czyli żółtaczką. Są jednakże sposoby, zapomocą których łubin nietylko można odgoryczyć, lecz zarazem pozbawić szkodliwych własności. W pierwotnym (nieodgoryczonym) stanie nadaje się łubin tylko dla owiec (z wyjątkiem jagniąt i karmiących macior). Nie chcąc zaś narażać się na większe straty, można poświęcić kilka skopów (lub królików) i przez kilkanaście dni dawać im łubin na próbę, a gdyby się miał okazać szkodliwy, należy go odgoryczać. Odgoryczony łubin służyć może jako pasza dla tucznego bydła, w mniejszej ilości także dla krów, koni, a nawet i świń.

Z nasion oleinych używane jest na paszę głównie siemię lniane, które bardzo korzystny wpływ wywiera na zdrowie zwierząt, a z powodu wysokiej zawartości tłuszczu jest bardzo cenione jako dodatek do paszy dla cieląt przy przejściu z pełnego mleka na odtłuszczone. Daje im się siemię śrótowane i roztworzone w mleku w ilości $^1/_8$ kg. na sztukę; w większych ilościach działa rozwalniająco. Zresztą używane jest siemię lniane tylko jako środek dietetyczny dla zwierząt karmiących lub osłabionych i przy zaburzeniach żołądka.

Odpadki z ziarn. Należą tu odpadki młynarskie (otręby) i mąka pastewna, wytłoczyny z oleju (makuchy), odpadki z browaru (słodziny i kiełki słodowe) i odpadki z gorzelni. Są to pokarmy posilne, które służą do uzupełnienia brakującej ilości białka lub tłuszczu w paszy i pod tym względem mają większe znaczenie niż ziarna, ponieważ są obfitsze w materje odżywcze i stosunkowo tańsze. Natomiast większa część tych produktów podlega fałszowaniu, to też przy nabywaniu ich nakazana jest wielka ostrożność, a mianowicie należy je kupować tylko z poręczeniem za towar zdrowy, świeży i czysty a makuchy oprócz tego z gwarantowaną zawartością białka i tłuszczu. Pozatem powinno się z każdej przesyłki wziąć próbę i posłać do stacji doświadczalnej

celem zbadania nietylko chemicznego, ale i pod mikroskopem.

Pomiędzy odpadkami młynarskimi rozróżniamy otręby, które składają się przeważnie z zewnętrznej powłoki ziarna (skórki) z przylegającą do niej warstwą i z nieznacznej ilości mąki i mąkę pastewną (ospę) zawierającą więcej cząstek mąki a mniej skórki. Oba te produkty nadzwyczaj często zanieczyszczane są odchodami powstałymi przy czyszczeniu ziarna i innemi dodatkami, bądź bezwartościowemi, bądź szkodliwemi. Otręby z powodu większej zawartości włókna są trudniej strawne niż ziarna, mąka pastewna zaś jest prawie zupełnie strawna. W większej ilości pasione odpadki młynarskie wywierają osłabiający wpływ na organa trawienia; ponieważ działają więcej tucząco niż posilnie, więc najodpowiedniejsze są dla opasów a mianowicie otręby dla bydła a mąka pastewna dla trzody chlewnej. Najwięcej rozpowszechnione są otręby pszenne i żytnie, z których pierwsze mają własności lekko rozwalniające a ztąd stosowne są jako dodatek do paszy, która ma przeciwne własności. Również jako pokarm dla krów dojnych otręby pszenne są stosowniejsze niż żytnie. Dla koni lepsze są żytnie otręby, lecz mogą one dostawać je tylko jako dodatek do paszy, tak samo i cielęta. Świnie otręby wogóle źle wyzyskują, lecz przy tuczu ich otręby żytnie także są używane. Bardzo skuteczną przy tuczu świń okazała się mąka pastewna ryżowa, która jednakże wpływa ujemnie na jakość produktów rzeźnych; przytem jest to pasza, która nader często podlega fałszowaniu. Mąka pastewna jęczmienna (jak i otręby) jest także dobrą paszą dla krów dojnych. Najwyższe dawki otręb (i mąki pastewnej), które spasać można dziennie, wynoszą na głowę: dla krów i opasów 3—4 kg, dla koni 2—2,5 kg, dla cieląt, tucznych owiec i świń 0,5—0,75 kg*).

*) Znaczna część przytoczonych liczb i wiele wskazówek dotyczących spasania różnych środków pastewnych wyjęte są z dzieła Kellnera „Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere“.

Odpadki z olejni, zwane ogólnie makuchami, mają wielkie znaczenie dla inwentarza, ponieważ obok znacznej obfitości białka zawierają niemałą ilość tłuszczu. Odpadki te zachodzą albo w formie wytłoczyn czyli makuchów, jeżeli olej otrzymany był przez wytłaczanie, albo też w formie mąki odolejonej, pozbawionej tłuszczu na drodze chemicznej; mąka odolejona zwykle uboższa jest w tłuszcz niż makuch i odróżnić ją trzeba od makuchów mielonych, które także jako mąkę z makuchów się sprzedaje. Makuchy w każdej postaci bywają fałszowane, może w większym jeszcze stopniu niż odpadki młynarskie. Makuchy lniane zawierają tak jak i siemię lniane substancje śluzowate i dlatego — o ile są w dobrym gatunku — działają korzystnie pod względem dietetycznym. Są one więc stosownym pokarmem dla młodych zwierząt, zwłaszcza podczas perjodu odzwyczajania ich od mleka, tak samo dla zwierząt zbiedzonych i rekonwalescentów. Dla innych zwierząt makuchy lniane są zbyt drogą paszą, a w większych ilościach spasane wpływają ujemnie na smak masła, lub mięsa i sadła. Makuchy rzepakowe (i rzepikowe) odznaczają się ostrym, nieprzyjemnym smakiem a rozmoczone w wodzie (mianowicie ciepłej) wydzielają drażniący zapach, który pochodzi od wytwarzających się lotnych substancyj, t. zw. olejku gorczycanego. Z kuchów zafałszowanych gorczycą lub łopuchą olejek gorczyczany wydziela się tak obficie, że wywołać może wewnętrzne zapalenia. Najniebezpieczniejsze pod tym względem są kuchy pochodzące z nasienia indyjskiego, z którego wyrabia się przeważną część makuchów rzepiowych. Dla młodych zwierząt makuch rzepiowy jest niestosowny, krowom dojnym nie daje się więcej niż 1 kg, tucznej trzodzie zaś nie ponad ¼ kg, gdyż w przeciwnym razie mleko i masło resp. słonina nabierają przykrego smaku. Opasowe bydło i woły robocze mogą dostać do 2 kg, owce do 0,15 kg na sztukę. Z wszystkich makuchów najobfitszą w białko i tłuszcz jest mąka z nasienia bawełny, lecz pod względem zdro-

wotnym jest wielce niebezpieczna, gdyż wywołuje czasem zabójcze choroby, tak iż tylko chyba dla tucznego bydła i owiec (z zastrzeżeniem) zalecić ją można. Również wysoką zawartość białka posiada mąka i kuch z orzecha ziemnego obranego z łupin, które zachodzą w handlu głównie w dwóch gatunkach, tj. gorszym, zwanym „marsylijskim“ lub „niemieckim“ towarem, i lepszym (co do jakości i czystości) pod nazwą „Rufisque“. Makuch ten jednakże łatwo się rozkłada i wtedy jest dla zdrowia szkodliwy. W stanie świeżym i niezepsutym jest zdrowym, wielce pożywnym i chętnie jedzonym pokarmem, stosownym dla wszystkich zwierząt, a jako dodatek do paszy nawet dla młodzieży. Racja dzienna wynosi na sztukę dla krów i opasów do 2 kg, dla koni do 1½ kg, dla tucznych owiec i świń do 0,5—0,75 kg. Do uboższych w białko należą makuchy kokosowe i palmowe i odnośne mąki. Jedne i drugie uchodzą za paszę, która podnosi zawartość tłuszczu w mleku, ztąd używane są dla krów dojnych w ilości do 2 kg a kuchy palmowe nawet do 2,5 kg na dzień i sztukę. Kuchy kokosowe mają smak przyjemny i stosowne są także jako pasza dla koni. Kuchy palmowe zaś skuteczne są przy tuczu bydła, lecz tak jak kuchy kokosowe są zbyt drogie, aby je do innych celów używać jak do produkcji mleka. Oba gatunki kuchów przy niestarannem przechowaniu łatwo jełczeją. Do najtrwalszych makuchów należą słonecznikowe. Są one nadzwyczaj zbite i twarde i odznaczają się wysoką zawartością białka i tłuszczu. Wywierają również korzystny skutek na zawartość tłuszczu w mleku i są stosowną paszą nietylko dla krów, ale i tucznego bydła i owiec oraz dla koni. U świń niekorzystnie działają na jakość mięsa i słoniny. Makuchy konopne mniej podlegają fałszowaniu niż inne, lecz często bywają spalone lub spleśniałe. Są one paszą rozpalającą, usposabiającą do rozwolnień i poronienia. Można je więc paść tylko w umiarkowanych ilościach, a młodym zwierzętom wogóle ich dawać nie należy. O ile są niezepsute sta-

nowią dobrą paszę dla koni w ilości 1,5 kg, dla tucznego bydła przeznacza się 1,5—2,5 kg, dla tucznych owiec 0,5 kg, dla krów 0,5 kg dziennie na sztukę. — Wszelkie makuchy (tak samo otręby) najlepiej spasać sucho, w stanie rozdrobnionym i mięszać z innym obrokiem; moczenie kucha w wodzie i polewanie nim sieczki jest mniej polecenia godne a przy kuchu rzepiowym i palmowym wykluczone (ponieważ zmoczone nabierają nieprzyjemnego smaku).

Odpadki z browaru dostarczają posilnych i przez zwierzęta chętnie jedzonych pokarmów. Suszone kiełki słodowe działają znakomicie na wydajność mleka u krów i są wyborną paszą dla młodego bydła, mianowicie dla cieląt po odsadzeniu. Najwyższa dawka dla krów jest 3 kg na sztukę, tak samo dla wołów roboczych, opasów i koni, dla owiec 0,25 kg, tucznych świń 1 kg; cielęta mogą dostać najwyżej 2 kg, źrebaki 0,5—1 kg. Ponieważ kiełki słodowe mają własności pobudzające, więc zwierzętom ciężarnym i karmiącym można je tylko w bardzo ograniczonej dawać ilości, również szkodliwe są dla prosiąt. Rozmoczone w wodzie nabierają przyjemniejszego smaku, lecz końmi i owcami należy je paść sucho. Słodziny są bardzo pożywną ale wodnistą paszą, to też psują się bardzo łatwo i w pierwotnym stanie przechowane być nie mogą; o ile więc nie zostaną spasione, dopóki są świeże i jeszcze ciepłe, muszą być albo zakiszone albo ususzone. Słodziny są znakomitą paszą dla bydła mlecznego (10—20 kg na sztukę), również i dla tucznego inwentarza nadają się bardzo dobrze. W stanie zaś ususzonym stanowią pokarm odpowiedni dla wszelkiego inwentarza, dla bydła w ilości do 3 kg, dla owiec (tucznych) 0,5 kg, a dla koni mogą połowę obroku zastąpić. Świnie suszonych słodzin nie trawią dobrze.

Z innych odpadków przemysłowych wymienić należy jeszcze wywar zbożowy, powstający przy wyrobie okowity ze zboża, mianowicie z żyta i kuku-

rydzy. Wywary te w stanie suszonym są również dobrą paszą i tak samo je się używa jak suszone słodziny*).

Różne odpadki. Należą tutaj odpadki zwierzęcego pochodzenia jak mąka z mięsa, krwi i z ryb. M ą k a m i ę s n a wyrabiana z odpadków przy fabrykacji ekstraktu mięsnego (Liebiga) jest jednym z najwięcej skoncentrowanych pokarmów, gdyż zawiera około 73% surowego białka. Jest ona najstosowniejsza dla świń, które chętnie ją jedzą i dobrze się od niej tuczą; można jej dawać prosiętom 100 g, tucznikom do 0,5 kg. Również z korzyścią można spasać mąkę mięsną bydłem, krowami i opasami, które ją jednakże z powodu ostrego zapachu początkowo ze wstrętem przyjmują. Od mąki mięsnej odróżnić należy mąkę z padliny, przedstawiającą pokarm pod względem higjenicznym bardzo podejrzanej wartości. Natomiast polecenia godną jest m ą k a z k r w i wyrabiana w rzezalniach, którą tak samo spasać można jak mąkę mięsną. M ą k a z r y b w dobrym gatunku zawierać powinna białka około 55%, nie więcej niż 2—5% tłuszczu, nie ponad 3% soli kuchennej i przynajmniej 18% fosforanu wapnia. Gatunki obfite w tłuszcz mają znacznie mniejszą wartość pastewną, o ile zaś wyrabiane są z zepsutych ryb są nawet szkodliwe. Mąka z ryb jest znakomitą paszą dla świń nietylko tucznych, ale z powodu wysokiej zawartości fosforanu wapnia także dla macior i prosiąt. Tym ostatnim można dać 50 g na sztukę, podwyższając dawkę stosownie do wieku aż do 130 g. W ostatnich tygodniach tuczu należy mąkę rybią zastąpić mąką mięsną, ponieważ od mąki z ryb mięso i słonina nabierają gorszego smaku.

Mleko pod względem chemicznym jest emulsją czyli płynem wodnistym, w którym nadzwyczaj subtel-

---

*) Przy wszystkich sztucznie suszonych produktach — czy one pochodzą z odpadków ziarn czy okopowych — zwracać należy uwagę na to, aby nie były przesuszone, gdyż przez to strawność białka znacznie się obniża, jeżeli zaś są przypalone, stają się bardzo mało wartościowe. Przekroczenie normalnej temperatury zdradza się przez zbrunatnienie materjałów pastewnych, a dobrze ususzone produkty odznaczają się kolorem jasnym.

nie rozdzielone są drobne kropelki tłuszczu; oprócz tego zawiera mleko substancje białkowe, cukier i sole mineralne. Badane pod mikroskopem przedstawia się mleko jako przezroczysta ciecz, w której rozróżniamy niezliczoną ilość drobnych kuleczek; ciecz ta nazywa się surowicą, a zawieszone w niej kuleczki przedstawiają krople tłuszczu (masła), które pokryte są powłoką składającą się z sernika. Z tego powodu kropelki tłuszczu nie mogą zlać się ze sobą, lecz pojedyńczo pływają w mleku; ponieważ jednakże gatunkowo są lżejsze od otaczającej je cieczy, więc, skoro mleko stoi w spokoju, unoszą się zwolna do góry i tworzą na powierzchni gęstą warstwę **ś m i e t a n y** (podstawanie się mleka). Śmietana nie składa się zatem z samego tłuszczu, lecz zawiera także części sernika i innych składników mleka; dopiero skutkiem dłuższego wstrząsania (przy wyrobie masła), powłoka kuleczek zostaje zniszczona i wtedy łączą się one ze sobą, tworząc masło. Substancje białkowe w mleku składają się głównie z sernika a w mniejszej ilości z ciał należących do albuminów, są one bądź rozpuszczone w surowicy, bądź też (jak sernik) są tylko doskonale rozdzielone (lecz nie rozpuszczone) w mleku. Pod wpływem niektórych czynników substancje białkowe wydzielają się w stałej formie z rozczynu, i wtenczas mówimy, że mleko się zsiada lub warzy; również i tworzenie się kożucha podczas gotowania mleka polega na częściowem zsiadaniu się białka. Rozpuszczony w mleku cukier mleczny zostaje skutkiem fermentacji, której mleko podlega, zamieniony na kwas mleczny; kwas mleczny zaś wywołuje zsiadanie się sernika, i w ten sposób powstaje **k w a ś n e** czyli **z s i a d ł e m l e k o**. Fermentacja mleka odbywa się pod wpływem baktreyj, których zarodki wszędzie są obecne i które najenergiczniej rozwijają się przy temperaturze mleka ponad 15° aż do 35° C.; przy ciepłocie niżej 10° C. bakterje te zawieszają swą czynność, a temperatura 50° C. zabija je. To też zarówno przez ochłodzenie mleka na 10 lub przynajmniej 15° C., jak i przez gotowanie, można fermentację mleka

powstrzymać. Świeżo wydojone mleko ma temperaturę 32 do 35° C. Z zawartych w mleku soli mineralnych połowa składa się z fosforanów i to przeważnie z fosforanu wapnia, który częściowo jako jednozasadowy, częściowo jako dwuzasadowy fosforan występuje w mleku.

Widzimy więc, że mleko zawiera wszystkie składniki, które potrzebne są do utworzenia krwi i kości zwierzęcych i które poznaliśmy jako najcenniejsze materje odżywcze, a stosunek ich sama natura unormowała w taki sposób, jaki jest najodpowiedniejszy dla rozwoju młodego organizmu. Również i forma, w jakiej materje odżywcze zawarte są w mleku, zastosowana jest do żołądka nowonarodzonych zwierząt i sprawia, że są one nadzwyczaj łatwo i zupełnie strawne. To też napróżno starano się zastąpić mleko innemi surogatami pastewnemi, jest ono bowiem najdoskonalszym i jedynie odpowiednim pokarmem dla zwierząt w pierwszym okresie ich życia.

Największe znaczenie ma dla nas mleko od krów, które jest wysoko cenione jako pokarm dla ludzi i stanowi źródło bardzo ważnej gałęzi gospodarczej zwanej mleczarstwem. Mleko krowie zawiera przecięciowo:

wody	87,5%
tłuszczu	3,4 „
materyj białkowych	3,9 „
cukru mlecznego	4,5 „
soli mineralnych	0,7 „
	100,0%

Skład mleka jednakże może być bardzo rozmaity, a mianowicie waha się zawartość wody od 90—83%, i zależnie od tego wynosi ilość stałych części (substancji suchej) 10—17%, zawartość tłuszczu zaś chwieje się najczęściej między 2,5—4,5%. W ogólności mleko zawiera tem więcej wody, im większa jest wydajność mleka u krów. Jednakże zachodzą tu znaczne różnice, zależne przedewszystkiem od rasy i indywidualności zwierząt, dalej od paszy, a wreszcie od czasu, jaki upłynął od

ocielenia. Mleko wydawane w pierwszych dniach po ocieleniu nazywa się **siarą** czyli **młodziwem** *(kolostrum)*. Od normalnego mleka różni się żółtawym kolorem i większą zawartością stałych części, mianowicie materyj białkowych i mineralnych. Oprócz tego zawiera siara t. zw. ciała kolostrowe, które mają kształt okrągłych komórek (z jądrem w pośrodku), i widziane pod mikroskopem są znacznie większe od kuleczek tłuszczu. Skład młodziwa zmienia się z każdym dniem po ocieleniu, ilość ciał kolostrowych zmniejsza się stopniowo, i zwykle już po upływie 3 dni, czasami dopiero po 7 dniach, mleko przyjmuje normalne właściwości. Do fabrykacji masła w mleczarniach i na pokarm dla ludzi siara się nie nadaje, gdyż nie znosi gotowania i utrudnia wyrób masła. Natomiast dla nowonarodzonych cieląt jest niezbędnym, przez naturę przeznaczonym pokarmem, którego pod żadnym warunkiem pozbawiać ich nie trzeba. Przynajmniej więc przez pierwszy tydzień cielę powinno być żywione mlekiem własnej matki, dopiero później można mu dawać mleko od innych krów, którego w żadnym razie przed skończonymi 4 tygodniami odejmować mu nie należy; korzystniej jest, jeżeli cielę przez 6, a nawet 8 tygodni mleko dostawać może. Cielęta ras mlecznych potrzebują dziennie tyle mleka, ile wynosi $^1/_7$—$^1/_8$ ich wagi, cielęta ras mięsnych powinny dostać ilość równającą się $^1/_5$—$^1/_6$ żywej wagi. Do zastąpienia mleka najlepiej nadają się odpadki mleczarskie, a mianowicie odtłuszczone mleko i maślanka.

Odtłuszczone mleko zawiera prawie wszystkie składniki pierwotnego mleka z wyjątkiem kuleczek tłuszczu, które w dzisiajszych mleczarniach zapomocą centryfugi zostają oddzielone. Z tego powodu jest ono obfitym w białko pokarmem, w którym stosunek odżywczy jest o wiele ściślejszy niż w mleku. **Maślanka** ma podobny skład, lecz cokolwiek mniejszą wartość odżywczą, niż odtłuszczone mleko. Ponieważ odpadki te ubogie są w tłuszcz, dlatego przy spasaniu ich należy cielętom dodawać tłuszczu w formie zupy z siemienia

lnianego lub mąki owsianej, które później zastąpić można makuchem siemiennym. Odzwyczajanie cieląt od mleka — nie prędzej niż w 6 tygodniu życia — powinno się nadzwyczaj oględnie odbywać, gdyż nagła zmiana paszy dla młodego organizmu jest bardzo szkodliwa. To też w pierwszym czasie mogą cielęta dostawać tylko świeże, tj. słodkie odtłuszczone mleko, najlepiej przegotowane (o temperaturze 27—31° C.), później można im dawać także kwaśne mleko i maślankę (ile możności gotowane).

Odpadki powstające przy wyrobie sera mają bardzo małą wartość odżywczą; odpadki te, zwane s e r w a t k ą, uważać można tylko jako wodnisty rozczyn cukru mlecznego, ponieważ zarówno tłuszcz jak i materje białkowe po większej części z nich są usunięte. Pomimo to stanowi serwatka bardzo korzystną paszę dla świń, które z wszystkich zwierząt gospodarczych najlepiej ją użytkują.

Wogóle wszelkie odpadki mleczarskie są odpowiednią paszą dla świń każdego rodzaju, odtłuszczone mleko w mniejszej ilości nawet źrebakom służy bardzo dobrze; najlepiej zaś wyzyskane zostaje odtłuszczone mleko przez tucz cieląt. Co do ilości, w jakiej odpadki mleczarskie spasać należy, to odtłuszczonego mleka można dawać cielętom do chowu przeznaczonym 9 litrów, świniom 3—6 litrów, źrebakom 5 litrów dziennie. Liczy się, że 8—12 kg pełnego mleka lub 18—20 kg odtłuszczonego produkują 1 kg przyrostu żywej wagi u cieląt, dla trzody zaś 1 kg odtłuszczonego mleka ma tę samą wartość co 2 kg serwatki.

2. Zasady pasienia.

Przyrządzanie paszy. Większą część z opisanych środków pastewnych przed użyciem na paszę przyrządza się w tym celu, by bądź to uczynić je smaczniejszemi lub zdrowszemi, bądź ułatwić ich żucie i trawienie, a także zmięszanie z innemi pokarmami i wogóle

osiągnąć jaknajkorzystniejsze wyzyskanie paszy. Przyrządzanie pokarmów polega albo na fizykalnej czyli mechanicznej przemianie tychże, i to na rozdrobnieniu lub zmiękczeniu ich, lub na przemianach chemicznych, zachodzących przy zagrzewaniu się paszy i odgoryczaniu łubinu.

Rznięcie na sieczkę suchej i zielonej paszy odbywa się dlatego, by umożliwić zmięszanie tej paszy z innemi pokarmami i spowodować lepsze ich przeżucie. Zieloną paszę i siano spasa się zwykle w stanie nierozdrobnionym, ponieważ zwierzęta i tak chętnie je zjadają; zieleninę tylko wtenczas rznie się na sieczkę, jeżeli ma być spasana razem ze słomą. Natomiast słomę daje się inwentarzowi przeważnie jako sieczkę zmięszaną z siekanemi okopowemi lub z obrokiem. Sieczka jednakże nie powinna być zbyt drobna, gdyż w takim razie zwierzęta paszę zbyt szybko połykają i nie żują jej należycie, co spowodować może nieregularności w trawieniu a u koni kolkę; dla bydła wystarczy sieczka na 2,5—3,5 cm. długa, dla koni zaś 1,5—2,5 cm., owcom zakłada się zwykle długą słomę.

Siekanie okopowych ma ten sam cel, co rżnięcie słomy na sieczkę, a nadmierne rozdrabnianie kłębów i korzeni jest również niekorzystne, jak zbyt drobna sieczka. Dla trzody przyrządza się okopowe przez gotowanie lub parowanie, gdyż w tym stanie świnie lepiej je wyzyskują; również polecenia godnem jest parowanie kartofli dla koni. Dla innych zwierząt gotowanie i parowanie paszy nie przynosi korzyści, przeciwnie pasza taka jest obojętna w smaku i osłabiająco wpływa na aparat trawienia. Zarówno siekane jak i parowane lub gotowane kłęby i korzenie powinny zaraz być spasione, ponieważ przy dłuższem leżeniu psują się i stają niesmaczne.

Ziarna rozdrabnia się nietyle w celu dokładniejszego zmięszania ich z sieczką, (z którą lepiej zostają przeżute), ile dlatego, aby ułatwić ich strawienie. Po-

nieważ włókno, z którego składa się skórka ziarn, jest prawie zupełnie niestrawne, dlatego niezgryzione ziarna przechodzą przez przewód pokarmowy niestrawione. Z tego powodu koniecznem jest **śrótowanie** ziarna dla inwentarza; jedynie tylko owcom i prosiętom można dawać całe, nieśrótowane ziarno, dla koni należy je pognieść lub poprzetrącać, dla bydła zaś, a tem więcej dla świń (starszych), drobnoześrótować. Wyjątek jednak stanowi owies, który bydłu można dawać w całem ziarnie najwyżej pognieciony, koniom zaś najlepiej służy w stanie niepogniecionym. Innych ziarn już z tego powodu nie można paść nierozdrobnionych, ponieważ silnie pęcznieją w żołądku i przez to mogą się stać dla zdrowia niebezpieczne. Pod tym względem śrótowanie można zastąpić przez **moczenie** ziarn, które jest w użyciu mianowicie przy życie i ziarnach strączkowych przeznaczonych na paszę dla koni. W takim razie jednakże nie należy używać więcej wody, jak tylko tyle, ile ziarna pochłonąć jej mogą, gdyż zbytnia ilość wody wyługowałaby z nich materje odżywcze. Moczone ziarna muszą być zaraz spasane, inaczej skisną lub spleśnieją. Ziarna strączkowe przyrządza się czasami także przez **gotowanie** i następne gniecenie. Skutkiem gotowania jednakże białko staje się mniej strawnem, dlatego sposób ten jest tylko wtenczas odpowiedni, jeżeli ziarno przeznaczone na paszę ucierpiało skutkiem pleśni, rdzy itp., lub zawiera dużo chwastów, których siłę kiełkowania zniszczyć chcemy.

Z licznych sposobów **odgoryczania łubinu** najprostszy jest sposób Kellnera, który polega na tem, że łubin moczy się przez 24—36 godzin, potem przez godzinę gotuje lub paruje, a następnie przez 48 godzin ługuje zapomocą zimnej wody, którą co 6 do 12 godzin się odnawia, mięszając kilkakrotnie. Ujemną stroną odgoryczania jest, że razem z gorzkiemi substancjami wyługowana zostaje znaczna część materyj odżywczych; strata wynosi około 20% substancji suchej, lecz dotyczy ona głównie bezazotowych materyj wyciągowych.

Wszelkie ziarna bądź śrótowane bądź moczone, należy mięszać ze sieczką, (której bierze się mniejwięcej podwójną ilość), ponieważ przez to zapobiega się zbyt szybkiemu połykaniu ich i zmusza zwierzęta do należytego żucia. Przy spasaniu śrótowanych lub zmielonych ziarn (i otręb) należy sieczkę lekko zwilżyć, aby zapobiec wydmuchaniu ich.

S a m o z a g r z a n i e się paszy osięga się przez to, że sucha pasza (sieczka) zmięszana z innemi pokarmami zostaje zwilżona wodą (wywarem lub rozcieńczoną melasą) i starannie ubita przez udeptanie. W masie tej rozpoczyna się wnet fermentacja, skutkiem czego temperatura zwolna się podnosi, słoma nabiera przyjemnego zapachu i smaku, a po 24—48 godzinach jest do pasienia gotowa. Pasza jednakże musi być dobrze ubita i równomiernie zwilżona, w przeciwnym razie nabiera zapachu stęchlizny i pleśnieje. Ścisłej paszy nie poddaje się samozagrzaniu, lecz sypie ją osobno w koryta, gdyż proces fermentacji obniża jej skuteczność. Sposób ten jest stosowny dla bydła i to wtenczas, jeżeli mamy mały zapas okopowych lub innych lubionych przez nie pokarmów i jeżeli chcemy zwierzęta zmusić do przyjmowania znacznej ilości mniej smacznej paszy, np. słomy i plew. Podobny cel ma także p a r z e n i e suchej paszy zapomocą gorącej wody lub wywaru; plewy dla świń zawsze w ten sposób przyrządzać należy.

Normy pastewne. Z zawartych w paszy strawnych materyj odżywczych zużywa zwierzę pewną ilość wyłącznie na utrzymanie życia, resztę zaś obraca na produkcję mięsa, tłuszczu, wełny, mleka lub siły. Wysokość produkcji jednakże mniej jest zależna od absolutnej ilości strawionych przez zwierzę materyj odżywczych, niż od ich siły produkcyjnej, którą wyrażamy przez r ó w n o w a ż n i k s k r o b i. Równoważnik skrobi obejmuje w jednej liczbie wartość użytkową wszystkich strawnych materyj odżywczych zawartych w białku, tłuszczach, materjach wyciągowych i surowem włóknie, lecz wiemy, że b i a ł k o ma wyjątkowe znaczenie dla

utrzymania życia i dla produkcji i że skutkiem tego pewna ściśle określona ilość białka jest koniecznie potrzebna w paszy. Jaka ilość równoważnika skrobi i jaka ilość strawnego właściwego białka jest najkorzystniejsza dla różnych gatunków zwierząt i do poszczególnych celów produkcji, tego uczą nas t. zw. normy pastewne. Podają nam one ilość białka i siłę produkcyjną paszy, jaka jest pożądana dla odnośnego gatunku zwierząt. Oprócz dostatecznych ilości białka i równoważnika skrobi powinna pasza dla inwentarza mieć odpowiednią objętość. Ponieważ woda, zawarta w pokarmach, bardzo szybko zostaje wchłonięta, dlatego tylko substancja sucha może być miarodawcza dla objętości paszy, i z tego powodu normy pastewne podają nam także ilość substancji suchej, którą pasza zawierać powinna. Ilość ta jednakże może podlegać dość znacznym wahaniom, byleby nie przekraczała ostatecznych granic rzeczywistej potrzeby. Te trzy liczby więc, oznaczające białko, równoważnik skrobi i substancję suchą, są dostateczne, aby podług tabeli składu chemicznego i wartości użytkowej pokarmów zestawić odpowiedni dla zwierząt odpas*). Oprócz tego wyszczególniają normy pastewne jeszcze ilość tłuszczu i węglowodanów. Ponieważ odpowiednia zawartość tłuszczu w paszy dla niektórych celów jest pożądaną, dlatego w danych razach zależy na tem, aby ilość tłuszczu w odpasie dziennym skontrolować. Zawartości węglowodanów, t. j. strawnej ilości materyj wyciągowych i surowego włókna w paszy osobno obliczać nie potrzeba, chyba tylko w tym celu, aby stwierdzić, czy stosunek białka do materyj bezazotowych jest odpowiedni. Stosunek ten, nazywany stosunkiem odżywczym, oznacza się w ten sposób, że ilość strawnego tłuszczu pomnożoną przez 2,2 (p. str. 211)

*) W tablicach składu chem. pokarmów na str. 263 i nast. ilość substancji suchej nie jest wyszczególniona, lecz podana jest zawartość wody w pokarmach. Aby obliczyć ilość substancji suchej z wartej w 100 kg jakiegoś pokarmu, wystarczy wymienioną w tablicy ilość wody odciągnąć od 100. Np. 100 kg siana zawierają wody 14,3 kg a zatem substancji suchej 100 — 14,3, czyli = 85,7 kg.

dolicza się do ilości strawnych węglowodanów (tj. materyj wyciągowych i włókna) i sumę tę dzieli przez ilość strawnego właściwego białka. Jeżeli na 1 część białka przypadają 4 części materyj bezazotowych, to stosunek odżywczy jest jak 1:4, co nazywamy ciasnym stosunkiem odżywczym, im więcej zaś przeważają materje bezazotowe, tem szerszy jest tenże stosunek. Stosunek odżywczy poszczególnych pokarmów daje pogląd na ugrupowanie ich składników, w odpasach zaś dla inwentarza ważnem jest, aby stosunek odżywczy nie był szerszy niż 1:10—12, w przeciwnym razie pasza nie zostaje należycie strawiona, czyli następuje depresja strawności. Przy stosunku zaś ciaśniejszym niż 1:4 powstają niekorzyści połączone z nadmiernem spąsaniem białka.

Zapotrzebowanie paszy wogóle jest u pojedyńczych zwierząt tem większe, im cięższa ich waga; jakkolwiek małe zwierzęta do ogrzania organizmu stosunkowo więcej paszy potrzebują niż wielkie, to różnica ta nie odgrywa wielkiej roli przy wymiarze paszy. To też jedynie pewną podstawą do oznaczenia potrzebnej ilości paszy dla inwentarza jest żywa waga zwierząt, i na niej też normy żywienia się opierają.

Na 1000 kg. żywej wagi potrzebują dziennie:

Gatunek inwentarza		Substancja sucha	Strawne materje			
			Białko	Równoważnik skrobi	Tłuszcz	Węglowodany
		kg	kg	kg	kg	kg
Rosnące bydło:						
1) Rasy mleczne						
wiek w miesiącach	żywa waga na sztukę kg					
2—3	70	23	3,4	18,5	2,0	13,0
3—6	140	24	2,8	14,7	1,0	13,0
6—12	240	26	2,3	12,5	0,6	12,7
12—18	320	26	1,8	10,5	0,4	12,4
18—24	400	26	1,3	9,2	0,3	12,0
2) Rasy mięsne						
2—3	75	23	4,5	19,5	2,3	13,2
3—6	150	24	3,5	17,4	2,0	13,0
6—12	250	26	2,8	14,4	1,0	13,0
12—18	350	26	2,2	11,2	0,5	12,5
18—24	430	26	1,5	10,0	0,4	12,0

Gatunek inwentarza			Substancja sucha	Strawne materje			
				Białko	Równoważnik skrobi	Tłuszcz	Węglowodany
			kg	kg	kg	kg	kg
Jagnięta:	mies.	kg.					
1) Rasy wełniste							
	5—6	28	27	3,0	16,4	0,8	15,6
	6—8	3	25	2,5	13,0	0,6	13,5
	8—11	38	23	1,8	10,7	0,5	11,5
	11—15	41	22	1,5	10,2	0,4	11,3
	15—20	45	22	1,2	9,7	0,4	11,0
2) Rasy mięsne							
	5—6	30	28	4,5	17,2	1,0	15,8
	6—8	38	27	3,5	15,4	0,7	15,0
	8—11	46	26	2,5	13,8	0,5	14,5
	11—15	54	25	2,0	11,4	0,4	12,5
	15—20	70	24	1,5	10,2	0,4	12,0
Rosnące świnie:							
1) do chowu							
	2—3	20	44	6,2	33,8	1,0	28,0
	3—5	40	36	4,0	27,3	0,8	23,0
	5—6	55	32	3,0	23,2	0,5	21,0
	6—9	80	28	2,3	20,2	0,3	19,0
	9—12	120	25	1,7	15,8	0,2	15,0
2) tuczne							
	2—3	20	44	6,2	33,8	1,0	28,0
	3—5	50	36	4,5	32,0	0,9	23,5
	5—6	65	32	3,5	26,5	0,7	22,5
	6—9	90	28	3,0	24,5	0,5	20,5
	9—12	130	25	2,4	19,8	0,3	18,5
Krowy dojne:							
wydajność mleka							
na 500 kg żywej wagi	5 kg		22—27	1,0—1,3	7,8—8,3	0,3	9,8—10,2
	10 „		25—29	1,6—1,9	9,8—11,2	0,5	11,5—12,8
	15 „		27—33	2,2—2,5	11,8—13,9	0,6	12,9—14,7
	20 „		27—34	2,8—3,2	13,9—16,6	0,8	13,9—15,3
Tuczne bydło			24—32	1,6	14,5	0,7	16,0
„ owce			24—32	1,6	14,5	0,7	16,0
„ świnie (wyrosłe):							
w 1 perjodzie			33—37	3,0	27,5	0,7	26,0
w 2 „			28—33	2,8	26,1	0,5	25,0
w 3 „			24—28	2,0	19,8	0,4	19,0
Konie robocze:							
przy lekkiej pracy			18—23	1,0	9,2	0,4	9,8
„ średniej „			21—26	1,4	11,6	0,6	11,3
„ ciężkiej „			23—28	2,0	15,0	0,8	13,7
Woły robocze:							
przy lekkiej pracy			20—25	1,1	7,4	0,3	10,6
„ średniej „			22—28	1,4	9,7	0,5	12,2
„ ciężkiej „			25—30	1,8	12,8	0,8	14,2
Woły robocze pasza bytowa			15—21	0,6—0,8	6,0	0,1	7,5—9,5
Owce pasza bytowa:							
większe rasy			18—23	1,0	8,3	0,2	10,5
mniejsze rasy			20—26	1,2	9,0	0,2	11,0

Jeżeli z powyższemi liczbami porównamy skład chemiczny pokarmów, to przekonamy się, że bardzo mało jest takich pokarmów, któreby zawierały materje odżywcze w stosunku odpowiednim do celów pasienia. Pokarmami takiemi są dla nowonarodzonych zwierząt mleko matki, dla starszego inwentarza dobre pastwisko lub wyborowe siano łączne. W innych zaś pokarmach stosunek odżywczy jest za szeroki albo zbyt ścisły, i z tego powodu pasza dla inwentarza musi się składać z rozmaitych pokarmów, które odpowiednio do składu chemicznego dobierać trzeba, aby osięgnąć taki stosunek materyj odżywczych, jaki norma przepisuje.

Ponieważ normy żywienia dotyczą tylko materyj organicznych, więc nie jest wykluczonem, że w paszy zbyt jednostronnie ułożonej okaże się niedostatek substancyj mineralnych. Taką paszę należy uzupełnić przez dodatek odpowiednich substancyj podług wskazówek danych na str. 212.

Błędnem byłoby jednakże przy normowaniu paszy brać za podstawę wyłącznie składniki chemiczne i ich siłę produkcyjną, lecz również uwzględniać należy właściwość pokarmów, na które zwracaliśmy uwagę przy opisie środków pastewnych. Widzieliśmy, że skuteczność ich dla różnych celów produkcji nie jest równa i że ilość, w której spasane być mogą, także jest ograniczona zależnie od gatunku zwierząt i innych okoliczności. Również i co do smaku pokarmy bardzo się różnią i chcąc, aby zwierzęta paszę wyjadały, musimy ją i pod tym względem odpowiednio zestawiać. Bardzo dobrym środkiem do poprawienia smaku pokarmów jest sól kuchenna, która oprócz tego przyczynia się do lepszego wyzyskania paszy.

Na przestrzeganiu powyższych warunków nie wyczerpuje się zadanie rolnika przy układaniu odpasów. Normy pastewne bowiem nie są receptami, lecz służyć mogą jedynie jako wskazówki, podług których kierować się mamy przy składaniu paszy. Przytem uwzględnić należy, że rzeczywista zawartość materyj odżywczych,

strawność i wartość użytkowa poszczególnych pokarmów nie jest nam dokładnie znaną, gdyż tabele podają nam tylko przeciętną ich wartość, która bardzo wielkim podlegać może wahaniom*). Koniecznem jest więc nieustannie kontrolować skutek pasienia zapomocą oka, miary i wagi, aby módz osądzić, czy ilość paszy jest dostateczna lub czy zwierzęta rzeczywiście daną ilość paszy zużytkować są zdolne. Wiemy np., że krowy pocielętne więcej mleka dają, niż przed ocieleniem, ktoby więc chciał całe stado krów równo paść bez względu na wydajność mleka, korzystnego rezultatu nie osiągnąłby nigdy; krowy bowiem wysoko cielne (lub gorsze dójki) nie są w stanie wyzyskać tak streszczonej paszy, jaką norma dla krów dojnych przepisuje. W każdem zresztą stadzie znajdą się pojedyncze osobniki, które paszę gorzej lub lepiej użytkują, a istnieją rasy zwierząt, które pod tym względem wyróżniają się od innych. Wogóle zaś najlepiej wyzyskują paszę zwierzęta średnio utrzymane, nie za tłuste, ani też niezbyt chude.

Nie bez wpływu jest także temperatura zewnętrzna na wyzyskanie paszy. Ponieważ zwierzęta pewną ilość materyj odżywczych zużywają na ogrzanie organizmu, dlatego przy zbyt zimnem powietrzu lub zbyt zimnych pokarmach i wodzie potrzebują na ten cel więcej paszy, niż zwykle; za wysoka zaś temperatura działa osłabiająco na organizm i ujemnie wpływa na produkcję. Najodpowiedniejsza temperatura stajni jest 12—18° C., przyczem najniższa z tych liczb stosowna jest dla opasów, najwyższa dla młodych zwierząt i krów dojnych. Również ważnem, jak temperatura, jest zdrowe powietrze w stajniach i oborach, o które zapomocą należytego przewietrzania i odpowiedniego konserwowania odchodów starać się trzeba. Dalej pamiętać należy, że przy każdej zmianie pokarmów równowaga organizmu zostaje naruszona, co bardzo niekorzystne jest dla produkcji. Wiadomo, że przy przejściu z zimowej paszy na latową

---

*) J. Kühn „Die zweckmässigste Ernährung des Rindviehes".

wydajność mleka u krów zawsze się zmniejsza, również widocznem jest, ile tracą cielęta po odsadzeniu ich od matki. Objawy te są dla nas wskazówką, że zmiany paszy nie powinny odbywać się nigdy nagle i odrazu, lecz stopniowo, aby organizm mógł się zwolna przyzwyczaić do nowego pokarmu.

Również przestrzegać należy, aby odpasanie inwentarza odbywało się regularnie i punktualnie, tj. codzień o tej samej godzinie. Konie robocze, bydło i owce najkorzystniej odpasać 3 razy dziennie, świnie 4 razy, konie zbytkowe, źrebaki i wszelkie młode zwierzęta 4—5 razy; przy zielonej paszy z powodu większej objętości tejże zaleca się także 4 razowe dziennie odpasanie bydła. Przeznaczonej paszy nie należy odrazu zadawać w koryta, lecz w kilku (najmniej dwóch) porcjach, i to drugą porcję nie prędzej sypać, nim pierwsza czysto wyjedzona zostanie. Pojenie inwentarza odbywać się powinno przed pasieniem, i to przy suchej paszy 2 razy, przy wodnistych pokarmach raz na dzień. Wszelkie czynności koło inwentarza jak czyszczenie, podściełanie itd. powino się załatwiać podczas pasienia (lub pojenia), aby w czasie pomiędzy pojedyńczemi odpasami zwierzęta miały nieprzerwany spokój. Wreszcie łagodne i staranne obchodzenie się z inwentarzem, czystość i porządek pod każdym względem przyczyniają się także do lepszego wyzyskania paszy.

Pozostaje nam jeszcze omówić różne cele produkcji i objaśnić odnoszące się do nich normy pastewne*).

Żywienie młodzieży. Rosnące zwierzęta do budowy ciała potrzebują znacznych ilości białka i soli mineralnych. Substancyj tych wraz z innemi składnikami potrzebnemi do odżywiania dostarcza im mleko, które w pierwszym okresie życia jest jedynie odpowiednim

---

*) Szczegółowy opis pasienia różnych gatunków zwierząt nie jest zadaniem niniejszej książki, ograniczamy się więc tylko na przedstawieniu ogólnych warunków pasienia, które tak samo jak wyżej przytoczone normy pastewne podajemy podług cytowanego już dzieła Kellnera „Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere".

dla nich pokarmem. Zdaje się jednakże, że mleko naszych dzisiajszych ras bydła nie jest dość obfite w wapno i dlatego zaleca się przy żywieniu cieląt i prosiąt dodawać do niego kredy szlamowanej. Ponieważ u zwierząt przeżuwających płynne pokarmy dostają się (przez księgi) wprost do trawieńca, więc wstępne oddziały żołądka u młodych zwierząt tak długo pozostają nierozwinięte, dopóki mleko stanowi wyłączny ich pokarm. Ze względu na to przechodzenie z płynnej na stałą paszę powinno się odbywać bardzo stopniowo w miarę rozwoju organów trawienia. Po odzwyczajeniu od mleka najodpowiedniejszym pokarmem dla wszystkich młodych zwierząt jest owies, a dla źrebaków i przeżuwających zwierząt oprócz tego wyborowe siano łączne. Wymiar paszy dla młodych zwierząt należy zależnym uczynić od celu, dla którego są one przeznaczone. Zwierzęta chowane w celu produkcji mleka, wełny lub siły roboczej powinno się w młodości żywić umiarkowanie, bacząc tylko, by rozwój ich nie doznał uszczerbku; u zwierząt zaś, które w przyszłości mają być opasane, trzeba skłonność do tycia zawczasu rozwijać przez obfitsze żywienie od najmłodszego wieku. Również i zwierzęta rodzaju męskiego, przeznaczone na chów, powinny silniej być karmione, przyczem jednakże unikać należy zbytniego ich opasania. Przedewszystkiem jednakże wystrzegać się trzeba niedostatecznego odżywiania młodzieży, gdyż błędów pod tym względem nigdy powetować się nie da; zdolność bowiem rozwoju ciała jest w pierwszej młodości najsilniejsza, a z wiekiem stale się obniża. Dlatego stosunek odżywczy w normach pastewnych jest tem ściślejszy, im młodszy jest wiek zwierząt. Bardzo szkodliwem a nawet niebezpiecznem jest przepasienie zwierząt, które zwłaszcza w najmłodszym wieku z powodu chciwego jedzenia i wobec małej objętości narządów trawienia łatwo nastąpić może.

Ponieważ młody organizm jest bardzo wrażliwy na wszelkie szkodliwe wpływy, dlatego do odżywiania go używane pokarmy powinny odznaczać się własnościami

jaknajkorzystniejszemi pod względem higjenicznym i sprzątnięte oraz przechowane muszą być bez zarzutu; ta sama ostrożność wskazana jest przy odżywianiu karmiących matek. Również chronić należy młode stworzenia przed niekorzystnemi wpływami zimna, przeciągów ,wilgoci i starać się trzeba, aby miały stajnię z odpowiednią temperaturą, a przytem suchą, widną i dobrze przewietrzaną. Oprócz tego potrzebnym jest dla młodzieży ruch na świeżem powietrzu, który znakomicie wpływa na jej rozwój i zahartowanie. To też najlepiej wychowują się zwierzęta na pastwisku, które zwłaszcza dla źrebaków i cieląt jest nieocenionej wartości; najkorzystniej jeżeli (od wieku 6 miesięcy) mogą dzień i noc pozostawać na pastwisku, do czego jednakże stopniowo przyzwyczajane być powinny*).

Żywienie krów dojnych. Mleko jest produktem gruczołów mlecznych, w których rozgałęzia się niesłychanie gęsta sieć włoskowatych naczyń krwionośnych i limfatycznych; z nich pobierają gruczoły substancje odżywcze, które w komórkach swych przerabiają na składniki mleka. W wymieniu krów umieszczone są dwie pary gruczołów mlecznych. Ilość i jakość dostarczanego przez krowy mleka zależne są w pierwszym rzędzie od rasy i indywidualności zwierząt, od ich wieku i od czasu, który upłynął po ocieleniu. Okres mleczności, czyli t. zw. okres laktacyjny, zaczyna się od ocielenia i wtenczas gruczoły mleczne są w pełni działalności a wydajność mleka jest najobfitsza; w miarę oddalania się od tego czasu działalność gruczołów słabnie, ilość produkowanego mleka zmniejsza się stopniowo, a kilka tygodni przed następnem ocieleniem zwykle ustaje zupełnie i na tem okres laktacyjny się kończy. Pozatem wydajność mleka zależną jest od paszy, która na odwrót zastoso-

---

*) W naszym klimacie zakładanie trwałych pastwisk opłaca się tylko na glebach z dostatecznie wysokim poziomem wody gruntowej. Gdzie są takie gleby, tam dobrze utrzymane pastwisko przynosi najwyższą rentę z ziemi i obniża przytem zapotrzebowanie sił roboczych w gospodarstwie.

wana być powinna do mleczności zwierząt. Jeżeli krowy np. pocielętne dostaną mniej pokarmu niż potrzebują, to produkować będą mleko kosztem własnego ciała; stan taki, jeżeli trwa dłużej, prowadzi do tego, że naturalny proces wyczerpywania się gruczołów mlecznych, który podczas okresu laktacyjnego się dokonuje, zostaje przyspieszony i późniejsze obfitsze żywienie naprawić tego już nie zdoła. Skoro zaś krowy gorzej dojące spożywają więcej paszy, niż zużytkować mogą na produkcję mleka, to nadmiar pokarmu zużyją na przyrost tłuszczu, co również przyczynia się do zaniku gruczołów mlecznych.

Z składników odżywczych największy wpływ na wydajność mleka wywiera białko, obok którego i materje bezazotowe w dostatecznej ilości zawarte być powinny. Korzystnie oddziałuje odpowiednia zawartość tłuszczu w paszy, zarówno na ilość mleka, jak i zawartego w niem tłuszczu. W normach dla krów przeznaczonych stosunek odżywczy wahać się może od 1 : 6 do 1 : 10. Dla krów cielnych, sucho stojących, odpowiedniem będzie dawkę przepisaną dla krów z najmniejszą wydajnością mleka jeszcze o ¼ ograniczyć*). Jak zaznaczono przy opisie środków pastewnych niektórym z nich przypisuje się szczególne, t. zw. „specyficzne" własności pobudzania mleczności u krów lub podnoszenia zawartości tłuszczu; własności te nie są naukowo stwierdzone, natomiast nie ulega wątpliwości, że niektóre pokarmy wpływają wybitnie na smak mleka i masła. Że szkodliwe własności paszy udzielają się mleku przeznaczonemu na pokarm dla młodych zwierząt lub dla dzieci, jest ogólnie wiadomem, to też krowy dostarczające takiego mleka szczególnie starannie odżywiać należy.

Pasienie krów podług wydajności mleka przeprowadza się w ten sposób, że paszę objętościową, oko-

---

*) Podług doświadczeń w praktyce zdaje się, że normy Kellnera dla krów są trochę za wysokie i że dla każdej klasy krów wystarczy ta ilość paszy, którą norma przeznacza dla poprzedniej, t. j. mniej mlecznej klasy.

powe itd. mięsza się wspólnie dla wszystkich krów, a tylko paszę streszczoną (śrót, otręby, makuchy) rozdziela zwierzętom podług ich mleczności. W tym celu albo ustawia się krowy w kilku grupach i wtenczas trzeba je podczas okresu laktacyjnego kilka razy przestawiać, albo też pasie się krowy indywidualnie. Przy systemie indywidualnego żywienia każda krowa ma tablicę i na niej oznaczona jest — na podstawie udoju próbnego — ilość ścisłej paszy, którą pasterz szufelką rozdziela, sypiąc ją wprost w koryta. Jeżeli przytem koryta zaopatrzone są w pionowe drabki zapobiegające wyjadaniu paszy przez sąsiednie zwierzęta, to sposób ten okaże się najlepszym i znacznie mniej mozolnym w wykonaniu, niż pasienie w grupach*). — Przy trzyrazowem dojeniu na dobę osięga się ilość mleka większą, niż przy mniej częstem dojeniu, a oprócz tego korzystnie wpływa na wydzielanie mleka umiejętny sposób dojenia i staranne pielęgnowanie krów, a więc czyszczenie skóry, łagodne obchodzenie się z bydłem, spokój w oborze i ochrona przed zimnem.

Opasanie. Przyrost ciała u zwierząt tucznych składa się przeważnie, tj. w dwóch trzecich z tłuszczu, a resztę stanowi woda wraz z małą ilością substancyj białkowych. Z tych ostatnich większa część służy na pomnożenie ilości krwi, a tylko bardzo nieznaczną ilość białka zużywają zwierzęta opasowe — o ile są w dobrym stanie — na przyrost mięsa. Jakkolwiek białko do produkcji tłuszczu nie jest potrzebne, to nie wynika z tego, aby dla opasów dostateczną była ta ilość białka, którą dostają zwierzęta przy paszy bytowej. W paszy zwierząt opasowych potrzebna jest większa zawartość białka, bądź aby zapobiec depresji strawności, bądź dlatego, że zwierzęta zużywają je na obfitsze wydzie-

---

*) W interesie podniesienia wytwórczości kraju życzyćby należało, aby indywidualne pasienie krów znalazło u nas jaknajszersze zastosowanie. Ktoby je chciał u siebie zaprowadzić, temu polecić można w języku niemieckim napisaną małą broszurkę: Geissler, „Individuelle Kraftfutterverteilung an die Milchküche ohne Gruppenbildung", 2 wyd. Berlin 1910.

łanie soków do trawienia służących. W tym celu dla zwierząt wyrosłych, w niewychudzonym stanie postawionych na tucz, wystarczy stosunek odżywczy jak 1 : 10—12. Zwierzęta chude, u których zależy na wypełnieniu ciała przez przyrost mięsa, powinny w okresie poprzedzającym właściwy tucz, przez 2—4 tygodni dostawać mniejszą ilość paszy, lecz z ściślejszym stosunkiem odżywczym, tj. jak 1 : 6. Zwierzętom zaś rosnącym, które w młodym wieku mają być opasane, jak np. młodym świniom, należy tem więcej dawać białka, im młodsze są, aby najsilniej poprzeć wzrost ciała; w miarę postępu tuczu, gdy zdolność przyrostu mięsa się zmniejsza, stosunek odżywczy, który przy początku tuczu wynosić powinien 1 : 5 rozszerza się stopniowo aż do 1 : 7—8. Młode bydło, które w wieku niżej 3 lat, a więc przed ukończeniem wzrostu ustawia się na opas, powinno także dostać więcej białka, niż norma podaje dla starszego bydła, tj. około 2,0 kg na 1000 kg żywej wagi.

Co do wpływu paszy na jakość produktów to wiemy, że niektóre pokarmy, jak kukurydza, mąka ryżowa, otręby pszenne, kuchy słonecznikowe, rzepiowe i lniane, mąka z mięsa i ryb, dają miękkie, więcej oleiste sadło i łój; wpływa to niekorzystnie na smak wieprzowiny, lecz pożądanem jest przy produktach z bydła i owiec, których łój z natury jest twardy. Odwrotny skutek wywierają ziarna ubogie w tłuszcz, okopowe, makuchy palmowe i kokosowe, od których słonina staje się twardą i jędrną. Zbyt wodniste pokarmy w większej ilości spasane nie dają dobrych wyników tuczu, a zwierzęta przeżuwające powinny obok nich dostawać dostateczną ilość suchej paszy, która u owiec musi być większa niż u bydła (p. str. 230). Jako środek nadający lepszego smaku pokarmom ważny jest także dodatek soli, której najwyższa dawka dla opasów jest odpowiednia i potrzebna.

Ponieważ zwierzęta tak obficie żywione, jak opasy, więcej produkują ciepła, niż organizm ich potrzebuje, dlatego temperatura stajni powinna utrzymana być na najniższej granicy a nawet zejść może do 10° C. Z tego

samego powodu korzystnie oddziałuje strzyżenie opasów, które przytem powiększa chęć jedzenia u zwierząt. Unikać jednakże należy strzyżenia przy zbyt chłodnej temperaturze stajni i przy mniej obfitem żywieniu.

Żywienie zwierząt roboczych. Do wytworzenia siły mięśniowej, tak samo jak do produkcji tłuszczu, służą w pierwszym rzędzie materje bezazotowe a białko na ten cel nie jest potrzebne. Dlatego dla zwierząt roboczych dostateczna jest taka ilość białka, jakiej organizm wymaga do utrzymania życia, ponadto zaś tylko tyle, ile w stosunku do materyj bezazotowych potrzeba do należytego trawienia. Odpowiednim więc będzie stosunek odżywczy od 1 : 8 do 1 : 10. Większa zawartość białka jest tylko potrzebna dla zwierząt, których wzrost jeszcze nie jest ukończony i dla takich, od których żąda się wielkiego natężenia sił w krótkim czasie. Zwierzęta takie (np. wyścigowe konie) potrzebują większego dopływu tlenu do tkanek, a co za tem idzie, większej ilości krwi, którąby go obficie mogła dostarczać. Do pomnożenia krwi przyczynia się pasza zasobna w białko, z stosunkiem odżywczym jak 1 : 7. Korzystnie oddziałuje na produkcję siły tłuszcz, którego zwierzętom roboczym można więcej dawać niż opasom bez obawy, by ujemnie wpłynął na chęć jedzenia. Tłuszcz przedstawia więcej skoncentrowaną formę materyj bezazotowych, niż węglowodany, pozwala więc na zmniejszenie objętości paszy, która nie powinna być zbyt wielka, gdyż obciąża zwierzęta nadmiernie przy pracy. Z tego ostatniego powodu koniom, które mają mniejszą pojemność przewodu pokarmowego, niż woły, objętościowej (suchej) paszy nie daje się więcej niż 20, zwykle niżej 15 (a nawet niżej 10) kg na 1000 kg żywej wagi. Wodniste pokarmy dla koni są niestosowne, dla wołów zaś mniej odpowiednie niż suche, ponieważ wzmagają ich skłonność pocenia się.

Wszelkie pokarmy przeznaczone dla koni muszą być zdrowe i czyste, wolne od grzybków i stęchlizny, gdyż konie pod tym względem nadzwyczaj są wrażliwe.

Przerwa w pracy celem odpasienia południowego powinna wynosić dla koni 2—2½, dla wołów 2½—3 godzin; w czasie upałów należy wołom dać dłuższy spoczynek. Pojenie koni najstosowniej odbywa się przed zadawaniem obroku, gdyż pojenie po jedzeniu wywołać może wypłukanie niedostatecznie strawionych ziarn z jelit. Zgrzanych zwierząt a przedewszystkiem koni poić nie należy, dopóki nie ochłoną.

Pasza bytowa ma na celu zapobiec stracie na wadze zwierząt, od których produkcji się nie wymaga. Są to właściwie tylko woły wolne od pracy, lecz zaliczamy tu także owce, produkujące wełnę. Do produkcji tej potrzebują owce tylko tyle paszy, aby nie traciły na wadze; jeżeli dostaną mniej, to porost wełny się zmniejsza, przy obfitszej zaś paszy pozostaje ten sam, co przy paszy bytowej. Ponieważ mniejsze zwierzęta mają w stosunku do swej wagi większą powierzchnię, więc skutkiem tego więcej tracą ciepła przez promieniowanie i więcej stosunkowo paszy bytowej potrzebują niż rasy większe. Przy wymiarze paszy dla wołów różnice te nie mają praktycznego znaczenia, lecz przy żywieniu owiec jeszcze i to przychodzi w rachubę, że małe zwierzęta stosunkowo więcej produkują wełny niż większe. Stosunki te uwzględnione są w normach pastewnych, które przepisują odmienną ilość paszy dla owiec ras większych i mniejszych.

Przy żywieniu wołów pewną rolę odgrywa stan ich ciała. Zwierzęta bowiem dobrze utrzymane wymagają stosunkowo więcej paszy bytowej niż chude. Norma wyznaczona dla wołów przewidziana jest dla lepiej utrzymanych zwierząt przy normalnej temperaturze stajni. W razie niższej temperatury zwierzę więcej traci ciepła i do wyrównania tej straty więcej zużywa pracy.



TABLICA

składu chemicznego pokarmów i zarazem wykaz ich strawnych składników oraz ich wartości odżywczej.*)

Gatunek paszy	Woda	Surowe białko	Surowy tłuszcz	Bezazotowe materje wyciągowe	Surowe włókno	Popiół	Strawne materje: Surowe białko	Surowy tłuszcz	Bezazot. materje wyciągowe	Surowe włókno	Wartościowość (pełna wartość = 100%)	Strawne właściwe białko	Równoważnik skrobi za 100 kg paszy
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	kg
1. Pasza zielona.													
Esparceta pocz. kwiecia	81,0	3,6	0,6	7,9	5,5	1,4	2,6	0,4	6,2	2,5	85	**1,9**	**9,5**
Gorczyca biała w kwieciu	85,1	2,9	0,4	7,3	2,9	1,4	1,9	0,2	4,9	1,5	90	**1,3**	**7,2**
Groch, pocz. kwiecia	84,6	4,0	0,5	5,1	4,5	1,4	2,9	0,3	3,2	2,3	83	**1,9**	**6,6**
Inkarnatka w kwieciu	81,5	2,8	0,7	7,0	6,2	1,9	2,1	0,5	5,2	3,5	81	**1,5**	**9,0**
Kapusta	90,0	1,7	0,3	5,0	1,8	1,2	1,2	0,1	3,8	1,3	91	**0,7**	**5,4**
Konicz. biała pocz. kwiecia	81,5	4,4	0,8	6,9	4,3	2,1	2,8	0 5	4,7	2,6	88	**1,9**	**8,8**
„ chmielowa „ „	80,0	3,5	0,8	8,4	5,7	1,6	2,4	0,4	5,9	2,8	83	**1,6**	**9,1**
„ czerwona b. młoda	83,0	4,3	0,6	7,2	3,1	1,8	3,4	0,4	6,0	2,1	92	**2,1**	**10,0**
„ „ pocz. kwiecia	81,0	3,4	0,7	8,0	5,2	1,6	2,5	0,5	6,3	3,0	86	**1,7**	**10,2**
„ „ w pełn. kwieciu	79,0	3,4	0,7	9,4	5,9	1,6	2,2	0,4	6,7	2,6	83	**1,7**	**9,7**
„ szwedzka, pocz. kwiec.	82,2	3,7	0,7	6,3	5,5	1,6	2,4	0,5	4,5	2,9	82	**1,3**	**7,9**
Kukurydza ameryk.	82,8	1,4	0,4	8,9	5,0	1,5	0,7	0,2	5,5	2,7	82	**0,3**	**7,3**
Liście buraków pastewn.	89,0	2,4	0,4	4,5	1,6	2,0	1,6	0,2	3,5	0,9	92	**1,0**	**5,3**
„ „ cukr. z głow.	83,8	2,3	0,4	7,4	1,6	4,8	1,7	0,2	5,9	1,1	84	**1,4**	**7,2**
„ brukwi	88,4	2,2	0,5	5,3	1,5	2,1	1,5	0,2	4,2	0,8	93	**0,4**	**5,3**
Lucerna przed zakwitn.	76,0	4,5	0,8	9,6	6,8	2,3	3,2	0,4	6,3	2,9	79	**1,7**	**9,1**
„ w pełn. kwieciu	76,0	3,9	0,8	9,3	7,8	2,2	2,7	0,4	5,7	3,5	74	**1,5**	**8,4**
„ piask. pocz. kwiecia	80,0	3,4	0,7	8,2	6,1	1,7	2,3	0,4	5,8	3,0	81	**1,5**	**8,9**
Łęty kartofl. tuż przed sprzęt.	77,0	2,5	1,0	10,2	6,2	3,1	1,1	0,2	6,1	2,2	78	**0,6**	**7,2**
Łubin, koń. kwiecia.	83,1	3,2	0,4	7,0	5,3	1,0	2,1	0,2	4,0	3,6	81	**0,8**	**7,1**
Nać marchwi	81,8	3,4	0,9	7,1	2,5	4,3	2,2	0.5	4,7	1,4	91	**1,5**	**7,8**
Owies na kłosow.	83,9	2,3	0,5	8,0	3,8	1,5	1,7	0,4	5,2	2,3	89	**1,4**	**8 5**
Peluszka	83,2	3,5	0,6	5,6	5,9	1,2	2,4	0,3	3,7	3,0	77	**1,6**	**6,8**
Proso cukrowe	80,1	2,1	0,6	9,6	6,2	1,4	1,2	0,2	5,8	3,3	79	**0,7**	**8,1**
Przelot w kwieciu	82,0	2,4	0,6	8,6	5,1	1,3	1,4	0,3	5,7	2,7	83	**0,6**	**7,9**
Rajgras angielski w kwieciu	75,2	2,9	0,7	11,5	7,1	2,6	1,8	0,3	7,4	4,0	81	**1,3**	**10,6**
„ włoski „	75,0	3 4	1,0	11,6	6,2	2,8	2,1	0,5	7,7	3,6	85	**1,3**	**11,4**
Seradela pocz. kwiecia	86,7	2,6	0,6	5,6	3,2	1,3	2,0	0,4	3,6	1,7	88	**1,5**	**6,6**
„ w pełn. kwieciu	82,3	3,2	0,7	7,3	5,1	1,4	2,1	0,5	4,0	2,5	82	**1,5**	**7,3**
Sporek w kwieciu	80,3	2,4	0,6	10,0	4,7	2,1	1,5	0,3	6,7	2,9	86	**1,0**	**9,6**
Tatarka „	83,7	2,5	0,6	7,8	4,3	1,1	1,6	0,3	5,2	2,5	87	**1,1**	**8,1**
Trawa przed zakwitn.	75,0	3,0	0,8	13,1	6,0	2,1	2,0	0,4	9,1	3,9	87	**1,5**	**13,1**
„ pastwiskowa	80,0	3,5	0,8	9,7	4,0	2,0	2,5	0,4	7,3	2,6	91	**1,7**	**11,1**
Tymotka w kwieciu	66,9	3,1	1,0	17,6	9,2	2,2	1,6	0,5	11,1	4,8	79	**1,0**	**14,0**
Wyka pastew., pocz. kwiecia	84,5	3,7	0,4	5,3	4,1	1,9	2,9	0,3	4,0	2,2	86	**1,8**	**7,3**
„ piaskowa w kwieciu	83,4	4,2	0,6	5,3	5,2	1,4	2,9	0,4	3,6	2,3	81	**2,0**	**6,9**
Żywokost	88,5	2,5	0,3	5,0	1,7	2,0	1,5	0,3	3,7	0,8	91	**0,9**	**5,2**
2. Siano.													
Esparceta w kwieciu	16,5	13,2	2,5	32,5	28,0	7,3	9,6	1,6	25,3	11,8	66	**7,5**	**31,1**
Gorczyca biała, pocz. kwiecia	15,0	11,1	2,8	37,2	26,4	7,5	6,3	1,4	22,0	14,5	65	**4,0**	**27,7**
Inkarnatka	16,7	12,0	2,4	35,5	26,2	7,2	8,3	1,0	23,1	12,3	64	**5,5**	**27,4**

*) podług Kellnera.

Gatunek paszy	Woda	Surowe białko	Surowy tłuszcz	Bezazotowe materje wyciągowe	Surowe włókno	Popiół	Strawne materje: Surowe białko	Surowy tłuszcz	Bezazot. materje wyciągowe	Surowe włókno	Wartościowość (pełna wartość. = 100%)	Strawne właściwe białko	Równoważnik skrobi za 100 kg paszy
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	kg
Koniczyna biała w kwieciu	16,0	14,9	3,6	35,7	23,1	6,7	8,5	2,1	25,0	11,8	71	4,9	32,1
„ chmielowa . . .	16,0	15,4	3,4	33,2	24,5	7,5	11,8	1,6	23,2	10,8	69	8,6	31,0
„ czerwona licha .	15,0	11,1	2,1	37,8	28,9	5,1	5,7	1,0	24,6	11,6	60	4,0	25,2
„ „ dobra .	16,5	13,5	2,9	37,1	24,0	6,0	8,5	1,7	26,0	11,3	70	5,5	31,9
„ „ bardzo dobra	16,5	15,3	3,2	35,8	22,2	7,0	10,7	2,1	26,8	11,0	74	7,0	35,6
„ szwedzka w kwieciu	16,0	13,6	3,1	34,5	25,7	7,1	8,3	1,3	23,8	13,1	67	5,6	29,8
Liście buraków cukr. susz.	14,0	9,1	0,8	34,8	11,1	30,2	6,7	0,4	27,8	7,8	78	5,1	32,2
„ z pokrzyw	11,4	18,3	7,7	38,0	10,6	14,0	12,8	4,9	30,0	6,0	89	9,3	48,0
Lucerna przed kwieciem .	16,0	16,2	2,4	31,1	27,0	7,3	12,1	1,1	21,1	11,3	63	8,1	26,5
„ w kwieciu . . .	16,5	14,2	2,6	29,2	29,5	8,0	9,7	1,2	18,1	13,2	57	6,2	22,4
Łęty kartoflane suszone .	10,0	9,4	2,4	40,6	26,0	11,6	3,8	0,6	24,4	9,6	68	2,3	25,3
Łubin żółty w kwieciu . .	16,0	18,5	2,3	31,6	26,5	5,1	13,7	1,1	19,6	19,4	69	8,5	33,8
Mięszanka wyki z owsem	16,0	11,6	3,3	36,3	24,2	8,6	6,5	1,7	23,3	12,3	67	4,2	28,8
Potraw dobry	14,8	11,5	3,4	39,4	22,5	8,4	6,9	1,6	26,4	14,0	73	5,6	35,7
Przelot w kwieciu . . .	16,0	10,2	2,2	36,5	29,0	6,1	6,1	1,0	23,7	14,2	62	4,9	27,7
Rajgras angielski w kwieciu	14,3	10,2	2,7	36,1	30,2	6,5	5,1	0,8	19,9	15,4	56	3,3	22,5
„ włoski „	14,3	11,2	3,2	40,6	22,9	7,8	7,1	1,4	26,6	14,9	73	4,9	35,6
Rzepak	15,5	15,7	4,4	34,5	20,5	9,4	11,0	2,2	24,1	11,3	75	8,5	35,8
Seradela	16,0	15,2	3,0	33,2	25,6	6,8	11,4	2,0	20,9	12,8	68	9,2	31,4
Siano łączne, liche . . .	14,3	7,5	1,5	38,2	33,5	5,0	3,4	0,5	19,3	15,6	49	2,5	18,9
„ „ dobre . . .	14,3	9,7	2,5	41,4	26,3	6,2	5,4	1,0	25,7	15,0	67	3,8	31,0
„ „ bardzo dobre	16,0	13,5	3,0	40,4	19,3	7,7	9,2	1,5	30,1	12,7	78	6,5	40,6
Tatarka	14,0	10,5	2,1	35,6	31,4	6,4	6,2	1,0	22,2	17,3	60	4,7	27,7
Tymotka	14,3	8,5	2,4	41,1	28,5	5,2	4,0	1,0	25,5	15,1	64	3,2	29,1
Wyka pocz. kwiecia . . .	16,7	19,8	2,3	28,5	23,4	9,3	15,1	1,4	18,5	12,6	69	10,8	30,4
„ w kwieciu	16,7	14,2	2,5	32,8	25,5	8,3	9,4	1,5	19,7	12,8	65	6,6	26,9
„ piaskowa w kwieciu	16,0	22,5	2,2	28,9	25,4	5,0	18,9	1,4	22,8	15,5	73	13,7	39,2
3. Słoma.													
Grochowiny	13,6	9,0	1,6	33,7	35,5	6,6	4,3	0,7	18,5	13,7	44	3,4	16,2
Jęczmionka	14,3	3,5	1,4	35,9	39,5	5,4	0,9	0,5	19,0	21,3	46	0,6	19,0
„ przerosła konicz.	14,3	6,5	2,0	38,0	33,4	5,8	3,2	1,9	20,9	18,4	56	2,4	24,2
Łubinianka	16,0	6,5	1,4	30,8	41,4	3,9	2,5	0,4	20,0	21,0	45	1,6	19,4
Owsianka	14,3	3,8	1,6	35,9	38,7	5,7	1,3	0,5	16,5	20,9	43	1,0	17,0
Prosianka	15,0	4,8	2,3	36,4	35,2	6,3	1,6	1,1	20,0	19,4	52	1,2	22,3
Rzepaczanka	16,0	2,5	1,2	38,7	37,8	3,8	1,0	0,5	20,4	14,0	42	0,7	15,2
Słoma bobiku	18,4	8,1	1,1	31,0	36,0	5,4	4,0	0,5	20,5	15,5	48	3,2	19,2
„ jara, średnio . . .	14,3	3,7	1,4	37,5	39,0	4,1	1,2	0,4	18,5	21,1	46	1,0	18,8
„ konicz czerw. . .	16,0	9,1	1,8	22,8	44,6	5,7	4,0	0,6	11,1	16,4	18	3,1	5,8
„ kukurydzy	15,0	5,0	1,5	34,5	39,2	4,8	1,7	0,5	17,2	23,5	47	1,3	20,3
„ maku	16,0	6,1	1,4	33,9	33,9	8,7	2,8	0,6	18,4	15,2	47	2,2	17,2
„ ozima, średnio . .	14,3	3,0	1,2	34,6	42,2	4,7	0,2	0,4	13,1	22,0	32	—	11,5
„ pszenna	14,3	3,0	1,2	35,9	40,8	4,8	0,2	0,4	13,3	20,4	32	—	10,9
„ soczewicy	15,0	18,3	1,8	38,4	19,5	7,0	10,1	1,0	22,2	9,6	73	8,3	30,3
„ wyki piaskowej . .	16,0	6,7	1,2	32,1	39,9	4,1	2,8	0,4	16,2	15,5	33	2,1	11,4
„ żytnia	14,3	3,1	1,3	33,2	44,0	4,1	0,6	0,4	12,9	22,0	30	0,4	10,6
Tatarczanka	16,0	4,8	1,2	34,6	38,2	5,2	2,2	0,5	18,0	17,2	42	1,7	15,7
Wyczanka	13,3	9,0	1,7	29,8	40,9	5,3	4,1	0,8	15,4	16,4	35	3,2	12,7

Gatunek paszy	Woda	Surowe białko	Surowy tłuszcz	Bezazotowe materje wyciągowe	Surowe włókno	Popiół	Strawne materje: Surowe białko	Strawne materje: Surowy tłuszcz	Strawne materje: Bezazot. materje wyciągowe	Strawne materje: Surowe włókno	Wartościowość (pełna wartość = 100 %)	Strawne właściwe białko	Równoważnik skrobi za 100 kg paszy
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	kg
4. Plewy i strączyny.													
Od bobiku	15,0	10,7	2,0	32,5	33,5	6,3	5,2	1,0	21,1	14,4	53	**4,0**	**21,8**
Grochowe	14,0	9,8	1,2	33,7	35.4	5,9	4,9	0,5	20,2	15,9	50	**3,7**	**20,1**
Jęczmienne	14,5	2,9	1,5	38,4	29,9	12,8	0,8	0,5	17,3	14,4	74	**0,5**	**24,5**
Łubinowe	15,0	6,8	0,7	41,5	30,1	5,9	2,6	0,2	25,3	14,4	45	**1,8**	**14,4**
Owsiane	13,8	5,0	2,5	41,5	26,7	10,5	1,9	0,8	19,9	13,6	79	**1,4**	**28,6**
Pałki kukurydzy obłuskane	13,1	3,5	0,9	41,3	38,9	2,3	1,6	0,4	22,2	19,5	49	**1,2**	**21,1**
Od prosa	12,0	4,8	2,2	29,0	40,8	11,2	1,7	0,7	13,6	15,1	62	**1,2**	**19,4**
Pszenne	16,0	4,7	1,7	37,1	30,4	10,1	1,4	0,5	16,7	14,6	74	**0,9**	**24,3**
Rzepakowe	16,0	3,5	1,6	34,4	37,4	7,1	1,5	0,7	16,6	15,3	37	**1,1**	**12,7**
Od soczewicy	15,0	18,3	1,8	38,4	19,5	7,0	10,1	1,0	22,2	9,6	73	**8,3**	**30,3**
Tatarczane	13,2	4,6	1,1	35,4	43,5	2,2	2,1	0,5	14,8	13,1	59	**1,6**	**17,8**
Wyczane	15,0	10,4	2,2	31,8	32,3	8,3	5,1	1,1	19,1	13,9	52	**3,9**	**20,1**
Żytnie	14,3	3,5	1,3	29,1	44,1	7,7	1,1	0,4	11,3	22,0	63	**0,7**	**22,0**
5. Kiszona pasza.													
Brukiew	85,6	1,8	0 2	9,1	2.2	1,1	1,2	0,1	8,1	1,0	80	**0,2**	**8,1**
Kartofle	73,5	2,2	0,5	21,7	0,7	1,4	1,1	0,1	18,4	—	95	**0,1**	**17,7**
Koni zyna czerwona	78,3	4,4	1,2	6,9	6,5	2,5	2,9	0,6	5,1	3,5	81	**1,7**	**9,2**
Kukurydza zielona	81,5	1,6	0,8	9,0	5,7	1,4	0,8	0,4	6,2	3,2	82	**0,4**	**8,6**
Liście buraków cukr. z gł.	77,0	2,4	0,7	9,1	3,4	7,4	1,5	0,3	7,2	2,5	91	**0,2**	**9,5**
Łęty kartoflane	75,0	3,2	2,7	9,1	4,4	5,6	1,2	1,2	5,0	1,7	86	**0,3**	**8,0**
Łubin	82,0	3,2	1,6	5,4	5,9	1,9	2,1	0,8	3,5	3,9	80	**1,1**	**8,0**
6. Kłęby i korzenie.													
Brukiew	87,8	1,5	0,2	8,2	1,3	0,9	1,2	—	7,6	0,9	85	**0,3**	**7,5**
Buraki cukrowe	75,0	1,3	0,1	21,4	1,5	0,7	0,9	—	20,3	0,5	75	**0,3**	**15,8**
Buraki pastewne średnio	88,0	1,2	0,1	8,7	0,9	1,1	0,8	—	8,3	0,3	72	**0,1**	**6,3**
Kartofle średnio	75,0	2,1	0,1	21,0	0,7	1,1	1,1	—	18,9	—	100	**0,1**	**19,0**
„ bardzo wodniste	83,0	1,6	0,1	13,9	0,6	0,8	0,9	—	12,5	—	100	**0,2**	**12,7**
„ mało wodniste	68,0	2,5	0,2	27,3	0 9	1,1	1,3	—	24,6	—	100	**0,2**	**24,8**
„ zmarzłe	61,6	1,6	0,1	34,8	0,8	1,1	0,9	—	31,3	—	100	**0,2**	**31,5**
„ suszone	12,0	7,4	0,4	74,0	2,3	3,9	1,5	—	68,1	—	100	**0,7**	**68,8**
Marchew	87,0	1,2	0,2	9,3	1,3	1,0	0,8	0,1	8,9	0,7	87	**0,4**	**8,7**
Rzepa ścierniskowa	91,5	0,9	0,1	6,0	0,8	0,7	0,6	—	5,5	0,3	77	**0,2**	**4,6**
Topinambury	79,6	1,5	0,2	16,9	0,7	1,1	1,0	—	15,8	0,2	92	**0,4**	**16,4**
7. Odpadki okopowych.													
Melasa	21,9	10,5	—	60,4	—	7,2	5,4	—	54,9	—	87	—	**48,0**
Włókno kartofl. świeże	86,0	0,6	—	11,5	1,5	0,4	—	—	8,8	0,2	95	—	**8,6**
„ „ suszone	14,0	3,4	0,1	68,2	8,8	5,5	—	—	52,5	1,1	95	—	**50,9**
Wytłoki cukrowe	8,2	6,7	0,4	68,9	12,1	3,7	3,4	—	58,9	8,7	80	**2,0**	**55,2**
„ kiszone	88,4	1,0	0,2	7,2	2,3	0,9	0,5	0,1	5,4	1,2	90	**0,3**	**6,5**
„ z melasą	10,0	8,7	0,3	60,8	13,8	6,4	4,6	—	52,0	8,2	81	**2,7**	**50,5**
„ prasowane	85,0	1,3	0,1	9,9	3,0	0,7	0,7	—	8,5	2,2	94	**0,6**	**10,6**
„ suszone	11,2	8,1	0,6	58,5	17,6	4,0	4,1	—	50,4	12,7	78	**3,6**	**51,9**
Wywar z kartofli świeży	94,3	1,2	0,1	3,1	0,6	0,7	0,6	—	2,2	0,1	93	**0,5**	**2,6**
„ „ suszony	10,0	24,3	3,7	40,8	9,5	11,7	12,2	1,8	20,4	2,0	90	**9,4**	**31,2**

Gatunek paszy	Woda %	Surowe białko %	Surowy tłuszcz %	Bezazotowe materje wyciągowe %	Surowe włókno %	Popiół %	Strawne materje: Surowe białko %	Surowy tłuszcz %	Bezazot. materje wyciągowe %	Surowe włókno %	Wartościowość (pełna wartość = 100%) %	Strawne właściwe białko %	Równoważnik skrobi za 100 kg paszy kg
8. Ziarna i nasiona.													
Bobik	14,3	25,4	1,5	48,5	7,1	3,2	22,1	1,2	44,1	4,1	97	19,3	66,6
Bukiew	11,1	13,3	27,4	25,5	18,5	4,2	10,7	24,1	16,8	7,4	94	10,1	86,5
Buraki pastewne	13,9	11,9	5,3	28,8	33,2	6,9	7,2	3,2	17,8	11,6	76	4,6	30,3
Groch	14,0	22,5	1,6	53,7	5,4	2,8	19,4	1,0	49,9	2,5	98	16,9	68,6
Jęczmień średnio	14,3	9,4	2,1	67,8	3,9	2,5	6,6	1,9	62,4	1,3	99	6,1	72,0
„ pełnoziarnisty	14,3	8,7	1,8	70,2	2,7	2,3	6,3	1,6	66,7	1,2	99	5,9	75,8
„ pastewny	14,3	12,0	2,4	63,7	5,0	2,6	8,8	2,1	56,7	1,1	98	8,0	67,9
Kasztany świeże	49,2	4,3	1,5	40,9	2,5	1,6	2,6	1,2	30,3	0,8	99	1,5	34,1
„ suszone	18,8	6,9	2,4	53,7	4,0	2,6	4,1	2,0	48,4	1,2	99	2,4	54,6
Konopie	8,9	18,2	32,6	21,1	15,0	4,2	13,7	29,3	16,8	9,0	96	12,8	104,1
Kukurydza średnio	13,0	9,9	4,4	69,2	2,2	1,3	7,1	3,9	65,7	1,3	100	6,6	81,5
„ ameryk.	13,0	10,0	5,0	68,3	2,2	1,5	7,2	4,5	64,9	0,9	100	6,7	81,6
Len	7,1	24,2	36,5	22,9	5,5	3,8	19,4	34,7	18,3	1,8	99	18,1	119,2
Lnianka (rydz)	7,7	23,9	29,9	22,2	8,9	7,4	19,1	26,9	16,7	4,4	97	17,1	99,4
Łubin niebieski	14,0	29,5	6,2	36,2	11,2	2,9	26,3	5,2	31,2	10,1	96	23,3	71,0
„ „ świeży odgorycz.	33,0	23,5	4,3	28,6	9,5	1,1	21,4	3,7	23,2	8,5	95	20,9	56,5
„ żółty	14,0	38,3	4,4	25,4	14,1	3,8	34,4	3,8	21,9	12,7	94	30,6	67,3
„ „ świeży odgorycz.	32,5	31,7	4,3	14,4	16,0	1,1	29,8	4,1	12,1	14,4	93	29,4	58,2
Mak	7,2	19,9	40,1	17,4	5,5	6,9	14,9	40,9	16,0	1,8	99	13,6	127,6
Owies średnio	13,3	10,3	4,8	58,2	10,3	3,1	8,0	4,0	44,8	2,6	95	7,2	59,7
„ pełnoziarn.	13,3	8,2	4,2	63,2	8,1	3,0	6,2	3,5	50,6	2,1	96	5,6	63,1
„ drobnoziarn.	13,3	12,7	5,6	49,9	15,0	3,5	10,2	4,6	37,0	3,7	93	9,2	54,8
Proso	12,5	10,6	3,9	61,1	8,1	3,8	8,0	3,1	45,8	2,7	95	7,4	59,7
Pszenica ozimina	13,4	12,1	1,9	69,0	1,9	1,7	10,2	1,2	63,5	0,9	95	9,0	71,3
„ latowa	13,4	13,2	2,0	67,6	1,8	1,9	11,4	1,2	62,2	0,9	95	9,9	70,0
Rzepak	7,3	19,6	45,0	18,0	5,9	4,2	15,9	42,8	14,4	1,5	99	13,8	130,3
Seradela	14,0	21,4	7,7	33,2	20,6	3,1	16,1	6,2	21,9	6,8	89	13,8	48,9
Słonecznik	7,5	14,2	32,3	14,5	28,1	3,4	12,8	30,7	10,3	9,4	92	11,1	96,0
Soczewica	14,0	25,5	1,9	52,2	3,4	3,0	21,9	1,2	48,5	1,8	99	19,1	69,5
Soja	10,0	33,2	17,5	30,2	4,4	4,7	29,5	15,8	20,8	1,7	98	26,2	83,9
Tatarka	14,1	11,3	2,6	54,8	14,4	2,8	8,5	1,9	42,3	3,5	93	7,5	52,7
Wyka	13,3	26,0	1,7	49,8	6,0	3,2	22,9	1,5	45,8	3,9	98	20,0	69,7
„ piaskowa	16,0	23,1	1,5	49,3	7,1	3,0	20,4	1,2	45,8	4,7	97	17,9	67,6
Żołędzie świeże	50,0	3,3	2,4	36,3	6,8	1,2	2,7	1,9	32,6	4,1	95	2,2	40,4
„ półsuche	35,0	4,3	3,2	47,1	8,9	1,5	3,5	2,5	42,4	5,3	95	2,7	52,4
9. Odpadki zbożowe.													
Kiełki słodowe	12,0	23,1	1,5	43,6	12,3	7,5	18,5	1,1	31,8	6,8	75	11,4	38,7
Makuchy baweln. i mąka z nieob. nas. baw.	10,5	24,5	6,5	26,3	25,0	7,2	18,1	6,1	13,4	4,0	84	17,1	39,2
„ z nas. obieranego	8,8	49,2	9,7	19,2	6,3	6,8	42,3	9,1	12,9	1,8	98	40,7	73,1
„ kokosowe	10,5	21,4	8,5	38,7	14,7	6,2	16,7	8,2	32,1	9,3	100	16,3	76,5
„ konopne	11,0	33,5	8,6	31,7	8,7	6,5	28,8	7,9	25,4	4,3	97	27,2	71,8
„ lniane	12,0	31,8	10,0	18,0	20,2	8,0	23,9	9,0	10,3	1,6	89	22,6	49,0
„ palmowe	9,7	17,7	8,6	36,2	23,8	4,0	15,0	8,3	30,8	14,3	100	14,6	78,8
„ rzepakowe	10,0	33,1	10,2	27,9	11,1	7,7	27,4	8,1	22,3	0,9	95	23,0	61,1
„ słonecznikowe	9,2	39,4	12,6	20,7	11,8	6,3	35,5	11,1	14,7	3,5	95	32,4	72,0

Gatunek paszy	Woda	Surowe białko	Surowy tłuszcz	Bezazotowe materje wyciągowe	Surowe włókno	Popiół	Strawne materje: Surowe białko	Surowy tłuszcz	Bezazot. materje wyciągowe	Surowe włókno	Wartościowość (pełna wartośc. = 100%)	Strawne właściwe białko	Równoważnik skrobi za 100 kg paszy
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	kg
Mąka odolejona konopna .	10,5	36,8	3,3	20,1	21,0	8,3	27,6	2,6	10,7	1,7	86	**25,5**	**35,8**
„ „ lniana . .	10,2	37,4	3,8	32,7	9,1	6,8	32,2	3,4	26,2	4,5	96	**31,4**	**64,8**
„ „ z orzecha ziemn.	9,8	44,5	9,2	23,8	5,2	7,5	40,0	8,3	20,0	0,8	98	**38,7**	**75,7**
„ „ „ Rufisque	9,0	50,8	7,0	24,3	4,4	4,5	46,7	6,3	20,6	0,5	98	**45,2**	**77,5**
„ „ palmowa . . .	10,9	18,7	1,6	39,1	25,4	4,3	15,9	1,5	33,2	15,2	100	**15,4**	**66,1**
„ „ rzepakowa . .	10,0	34,8	5,1	30,4	11,7	8,0	28,9	4,0	24,3	0,9	94	**24,4**	**53,3**
„ pastewna jęczmienna	13,2	12,6	2,9	65,4	3,0	2,9	10,2	2,0	54,3	1,5	99	**9,1**	**67,3**
„ „ owsiana gruba	10,0	11,7	4,7	52,4	15,0	6,2	8,8	3,8	38,3	7,5	93	**7,6**	**55,9**
„ „ „ miałka	10,0	16,2	6.6	54,5	7,5	5,2	12,6	5,4	42,0	3,7	97	**11,0**	**64,2**
„ „ pszenna . .	12,6	14,3	3,2	62,9	4,3	2,7	12,3	2,9	52,2	4,3	100	**11,0**	**73,0**
„ „ ryżowa . . .	12,6	12,0	12,0	45,2	8,0	10,2	6,8	10,2	36,2	2,0	100	**6,0**	**68,4**
„ „ żytnia . . .	12,6	14,5	2,8	63,5	3,6	3,0	11,0	2,0	61,6	2,4	100	**9,9**	**77,5**
Otręby jęczmienne . . .	10,5	14,8	3,6	57,6	8,5	5,0	11,2	2,7	42,0	2,1	93	**10,8**	**57,5**
„ z kukurydzy . . .	12,5	9,9	3,6	61,5	9,5	3,0	6,5	3,1	53,0	3,2	95	**5,7**	**64,7**
„ owsiane	9,6	7,6	2,7	53,8	21,6	5,7	3,8	1,5	37,5	8,0	88	**3,4**	**45,3**
„ pszenne miałkie .	13,2	15,5	4,8	54,0	8,0	4,5	12,9	3,7	40,5	2,1	79	**11,1**	**48,1**
„ „ grube . .	13,2	14,3	4,2	52,2	10,2	5,9	11,3	3,0	37,1	2,6	77	**9,8**	**42,6**
„ żytnie	12,5	16,7	3,1	58,0	5,2	4,5	12,5	2,4	42,9	1,7	79	**10,8**	**46,9**
Słodziny z browaru świeże	76,2	5,1	1,7	10,6	5,1	1,2	3,7	1,5	6,6	2,0	86	**3 5**	**12,7**
„ „ suszone	9,5	20,6	7,0	42,2	15,9	4,7	14,6	6,2	25,3	7,6	84	**13,7**	**48,4**
Wywar zbożowy suszony .	7,5	23,5	7,5	41,5	13,4	6,6	15,0	7,0	33,2	6,7	84	**12,2**	**54,4**
„ z żyta świeży . .	92,2	1,7	0,4	4,6	0,7	0,4	1,1	0,3	3,7	0,4	87	**0,9**	**4,8**
„ „ suszony . .	10,0	22,7	5,4	47,1	8,9	5,9	14,5	4,9	37,7	5,3	84	**11,9**	**53,2**
10. Odpadki i produkty zwierzęce.													
Maślanka	90,1	4,1	1,1	4.0	—	0,7	3,8	1,1	4,0	—	100	**3,8**	**9,2**
Mąka z krwi	9,0	83,9	2,5	—	—	4,2	77,2	2,0	—	—	100	**68,0**	**67,7**
„ z mięsa	10,8	72,3	13,2	—	—	3,8	67,2	12,5	—	—	100	**63,6**	**89,9**
„ z ryb uboga w tłuszcz	12,8	52,5	2,1	—	—	32,6	47,3	1,6	—	—	100	**43,6**	**44,0**
„ „ obfita „	10,8	48,4	11,6	—	—	29,2	43,6	11,0	—	—	100	**40,1**	**64,2**
Mleko krowie	87,7	3,5	3,4	4,6	—	0,8	3,3	3,4	4,6	—	100	**3,3**	**14,7**
„ odtłuszczone . . .	90,3	4,0	0,2	4,7	—	0,8	3,8	0,2	4,7	—	100	**3,8**	**7,6**
„ zbierane	89,8	4,0	0,8	4,6	—	0,8	3,8	0,8	4,6	—	100	**3,8**	**9,0**
Serwatka słodka	92,7	1,0	0,8	4,9	—	0,6	0,9	0,8	4,9	—	100	**0,9**	**6,4**
„ kwaśna	93,1	1,0	0,2	4,9	—	0,8	0,9	0,2	4,9	—	100	**0,9**	**5,0**

SKOROWIDZ.

(Skrócenia: chem. = chemiczne własności gleby, fiz. = fizykalne własności gleby, gl. = gleba, klas. = klasyfikacja gleby, naw. = nawozy, pow. = powietrze, przyp. = przypisek, rośl. = rośliny, tab. = tabela, zas. = zasilanie roślin, ziel. naw. = zielone nawozy, żyw. = żywienie zwierząt.)



Śpis rzeczy.

Rozdział IV.

ROŚLINY.

Rozdział V.

NAWOZY NATURALNE.

Rozdział VI.

NAWOZY SZTUCZNE.

Rozdział VII.

ŻYWIENIE ZWIERZĄT.

Część pierwsza.

Rozdział VIII.

ŻYWIENIE ZWIERZĄT.

Część druga.

TABLICE.

